

تحدي
الفضاء

تحدّي الفضاء

تأليف

مارتن كايدين

ترجمة

الدكتور عزيز فريصة

مكتبة غريب

١ شارع كامل صدقي بالفجالة

تليفون ٩٠٢١٠٧

THE GREATEST CHALLENGE

Published by E. P. Dutton & Co., Inc.
New York

المحتويات

تابع المحتويات

عن المؤلف

كتب مؤلف هذا الكتاب ، مارتن كايدين ، مايزيد عن خمسين كتاباً عن الطيران ، وعلم الفضاء الجوى، والصواريخ، والقذائف، والعلوم النووية . ويعد مارتن كايدين أحد الثقاة المبرزين فى هذه المواضيع .

وقد قاد طائرته الخاصة فوق مختلف أنحاء الولايات المتحدة . كما قاد أنواعاً مختلفة من الطائرات المدنية والحربية . وهو المدنى الوحيد الذى قاد الطائرات المشهورة المعروفة باسم « ثندربيرد » ، طار بها فى عام ١٩٦٠ مدة ستة أسابيع كعضو فى فريق ملاحيها ، وقد أعد كتابه عن طائرات الثندربيرد الذى حصل من أجله على جائزة جيمس ستربيج التذكارية التى تمنحها جمعية الكتاب عن الطيران والفضاء . وقد كانت هذه هى المرة الثانية التى يحصل فيها على تلك جائزة المرموقة .

ومن كتبه الأخرى التى كتبها لذوى الثقافة المتوسطة كتاب عن الهرقلات الجبارة ، وكتاب عن رحلة أبوللو عن القمر ، وكتاب ثالث عن الطيار الاختبارى ؛ كما كتب عن العوامل فى الفضاء ، والتلاقى فى الفضاء ، وطيران الإنسان إلى الفضاء ، ورواد الفضاء .

ويعيش المستر كايدين فى كوكوبيتش ، بولاية فلوريدا ، إلا أنه يقوم برحلات كثيرة فوق أنحاء البلاد بطائرته الخاصة التى تعتبر الطائرة الوحيدة فى الولايات المتحدة من طراز مسر شميدت .

مقدمة

يتصف الغلاف الجوى الذى يطوق كوكب المريخ بالرقة إلى حد يبدو الكوكب فيه جسماً مجرداً . فإذا قورن بالمحيط الجوى الكثيف الذى يحيط بأرضنا، فإن المريخ يبدو وقد جرد ، مع مرور الزمن ، من قدر كبير من غازاته نتيجة لضعف جاذبيته ، مما أدى إلى الحكم على ذلك العالم القاحل العارى بالجدب والحرمان من الأكسجين فى معظم - إن لم يكن فى جميع - بقاع سطحه الذى تسطع الشمس عليه من بعيد بوهجها القاتل دون رحمة أو شفقة .

والمريخ خال من الجبال . فإن أعلى التلال التى تبرز من سطح هذا الكوكب الصحراوى ، على حد ما وصلنا إليه من معلومات ، لا تزيد على حد ارتفاعها على عدة آلاف من الأقدام . فإذا استطعنا أن نقرأ ما تقدمه لنا الأجهزة الفلكية وغير الفلكية ، التى تخترق ببصرها الفضاء البعيد ، لتبين لنا أن الاضطراد الممل ، لا التغيير المثير ، هو الغالب على سطح المريخ : عالم كئيب عريان تكسوه الرمال الصفراء ، أو الحمراء الداكنة ، والممزوجة بالغبار الدقيق الذى يرتفع ببطء مع الرياح الخفيفة . أو يمرق خلال الجو المجرد بقوة خارقة عندما تعصف الأعاصير .

وهناك ما يدعو إلى الاعتقاد فى أن المريخ عالم تهب فيه الأنواء المروعة . فإن هذا الغلاف الجوى الرقيق يمكن أن يصبح قوة غاشمة إذا تحرك بسرعة عالية . ويعتقد علماؤنا الفلكيون أن العواصف الرملية المدمرة من الأحداث المألوفة على سطح المريخ ، إذا تحركت جأرت كجدران عملاقة من الغبار تنتقل عبر صحراء شاسعة على سطح هذا الكوكب ، حيث تهب رياح على النتوءات الصخرية بقوة تكفى لسحق سطوحها وتحويلها إلى حدبات مستديرة ملساء .

كما تتجمع الرمال الكثيفة لتتكون منها آكام هلالية فى أشكالها ، أو تجنح على السطح فى رسوم موجية . أما فى طبقات الجو العليا ، التى تبعد عن هذا السطح مسافات تتراوح بين ستة وتسعة عشر من الأميال ، فنجد سحباً صغيرة ذات لون غريب بين الأبيض والأزرق تغلب فى تركيبها ذرات الثلج المتجمدة ، وهى سحب تشبه التشكيلات الزغبية التى نراها فى عالمنا ، والتى تسبح فى طبقات جونا العليا . وتمتد تحت هذه السحب طبقة من العجاج البنفسجى تتألف ، كما يعتقد علماؤنا ، من ذرات ثلجية متناثرة ومتباعدة . أما بالقرب من سطح المريخ ، رغبة منا فى تكملة وصف الطبقات الجوية المتعددة ، فتوجد سحب الغبار والرمال التى تدور بلا توقف حول الكوكب .

فهل توجد حياة على المريخ ؟ هل أمكن حل لغز « قنوات » المريخ فى غمرة من العجب ؟ أو هلا تعدو هذه الخطوط الكوكبية أن تكون نتيجة لإجهاد فى البصر ممزوج بالخيال ؟ وهل من الممكن أن تنمو الطحالب الإشنانية رغم ندرة الأكسجين وبخار الماء اللذين لا نعتقد فى وجودهما إلا بكميات ضئيلة ؟ أو هل أخطأنا فى تقديراتنا العلمية ، كما أخطأنا عدة مرات من قبل ، وسنجد على المريخ كميات من بخار الماء والأكسجين تزيد على ما كنا نتوقعه ، ومعها مجموعة من نباتات الأدغال والأشجار والأشنان والخضروات شبه الصحراوية التى تتحمل الحرارة والجفاف ؟

لا علم لنا بشىء من هذا حتى الآن بطبيعة الحال . إلا أننا نأمل أن نقترب فى المستقبل من الحقيقة ، وأن نزيد من مقدرة الأجهزة الآلية ، مثل الفويدجار والجاليفر[1] التى ستطلق فى أعقاب سفينة الفضاء مارينر ٢ التى قامت بمسح كوكب الزهرة ، ومارينر ٤ التى تتجه فى الوقت الحاضر بسرعة نحو المريخ .

---

(١) Voyager and Gulliver وهى أقمار صناعية سابرة.

فربما استطاعت كل من الفويدجار والجاليفر ومايخلفهما من أجهزة آلية أن تخبرنا بالكثير عن المريخ الذى لاندرى عنه شيئاً فى وقتنا الحاضر .

على أنه فى الإمكان بالطبع أن ترسل إلينا هذه المعامل الآلية ، التى تمخر عباب بحور الفضاء الموحشة ،عن طريق الأمواج اللاسلكيةالدقيقة ، معلومات مثيرة قد لا نتوقعها . إلا أن هذه المعلومات ، على أحسن الفروض ، ستكون على هيئة مسح مجمل لذلك العالم الصغير . وحتى إذا وصلت هذه الأجهزة إلى حد الكمال فلن تمدنا بأكثر من الخطوط العريضة عن الغلاف الجوى للمريخ ، دون أية بيانات عن التفاصيل الدقيقة التى لابد من الحصول عليها لتفهم جارنا الذى يبعد عن أرضنا عدة ملايين من الأميال .

وها نحن نقوم بتصميم أجهزة تبلغ فى براعتها مايفوق حد الخيال، لنضعها فيما بعد فى أقمارنا الصناعية التى نبنيها فى الوقت الحاضر لتكشف أسرار المريخ. فسوف يسقط بعض من سفننا الفضائية فى الفراغ القريب من الكواكب ، وعندئذ تقوم الأجهزة المختلفة التى تحمل الكشافات الآلية وهى تنزلق فى مجاريها الجاذبية ، تقوم بالمسح والفحص والقياس ، ثم تحول ما تحس به من إشعاع وضغوط وغير ذلك من الظواهر ، إلى إشارات إلكترونية عجيبة ، تدخل فى أجهزة الإرسال الموجهة نحو الأرض. فإذا سار كل شىء على ما يرام وصلت هذه القرقعات والهمسات الإلكترونية فى النهاية إلى عالمنا لتتصيدها غابات هائلة من الهوائيات التى تعتبر آذان الفضاء الضخمة . أما العملية فى حد ذاتها فطويلة ومضنية ، تسجل منها الموسيقى الإلكترونية على أشرطة تجرى بطريقة مغناطيسية خلال آلات للتسجيل والحساب، ثم تسلم النتائج فى النهاية إلى العلماء المعنيين الذين يقضون الأسابيع والشهور فى فك رموز الثرثرة الفضائية . فإذا اعتقدوا أن الأجهزة والآلات أدت وظائفها كما هو مرسوم لها أحاطونا علماً بالرسائل التى أرسلت إلينا من ذلك الكوكب .

وستمكننا البيانات التكنولوجية التى حصلوا عليها فى صورة قياسات معينة من رسم صورة جديدة لكوكب المريخ . وسوف نستغل هذه القياسات استغلالاً أفضل فى تعيين تركيب الجو ومداه. كما أننا سوف نستطيع بفضل هذه البيانات القليلة أن نعين بعد ذلك أنواع الحياة التى قد توجد فى ظل هذه الظروف الصارمة .

وما هذه السابرات إلا الطلائع الأولى التى تعقبها بعد قليل مركبات تقوم بأداء مهماتها بمزيد من الجرأة والمقدرة التكنولوجية . فسوف تمرق بالقرب من الغلاف الغازى للمريخ ، لتقذف أثناء مرورها بالكوكب ببعض اللفائف والعلبات العجيبة التى تهبط سرعتها نتيجة لاشتعال مفاجىء لصواريخ الإبطاء ، لتسقط خلال رمال المريخ التى ذرتها ا الرياح . فإذا سارت الأمور على النحو المرسوم مع المجددات وأجهزة التوقيت والملفات الحلزونية تفتحت مظلات واقية ضخمة تهبط بها رسل العالم الأرضى برفق على سطح الكوكب .

إلا أن إرسال هذه المركبات لايعد إلا تمهيداً للقيام بعملية آلية كاملة ، تخرج فيها الهوائيات التى تشبه السياط من أطراف معدنية مستديرة ، وتتفتح فيها أبواب صغيرة تمتد منها عيون زجاجية لاتغمض لها جفون ، لتقوم بكل هدوء، دون خوف أو وجل ، بمسح مناظر الأرض الجديدة ، كما تنزلق ثغرات من باطن كل من تلك الآلات لتخرج منها مكابس أنبوبية تنغمس فى تربة المريخ ، حيث تقوم ألسنة إلكترونية وبراعم مذاقية فيها بفحص مادة المريخ ، وتعيين مركباتها ودرجات حرارتها ونشاطها الإشعاعى وكيماوياتها . أى أنها ، على سبيل الاختصار، تقوم بإجراء كل ماتستطيع الآلات إجراءه من فحوص .

وربما كان أعجب وظائف هذه المخلوقات الآلية هو ما تقوم به من لفظ ألسنة لاصقة طويلة من أطرافها المعدنية عبر سطوحها ، تقوم أثناء انزلاقها عبر السطح ، على نحو ما يأمل العلماء على الأرض ، بالتقاط قطع من سطح

المريخ ، كالزلط وحبات الرمل وذرات الغبار ، وعينات من الخضرة .وقد امتد أمل العلماء إلى إمكان التقاط عينات من الحياة الحشرية . فإذا مابدأت هذه الألسنة فى الانطواء داخل الآلة قامت بعض المقاشط بمسح هذه العينات من ألسنة المخلوق الأرضى الآلى لتنقلها إلى عرف خاصة .

وهنا تقوم أجهزة أخرى باقتحام أسرار هذه العينات ، فتدق موادها إلى أشكال يمكن قياسها ، ثم تترجم هذه القياسات إلى فرقعات موسيقية من الرموز الإلكترونية التى يعتز بها العلماء . فإذا ما جمعت هذه المعلومات على أشرطة مغناطيسية دبت الحياة فى مجموعة أخرى من الآلات التى تقوم بمسح السماء موجهة كل اهتمامها إلى بعض معين من النجوم ، ومختلف الكواكب والشمس ، وفوق هذا كله توجهه إلى الأرض ، وذلك بأن تدور هوائيات ، فى شكل الأطباق ، على قوائمها المعدنية الرشيقة ، لتدير وجوهها عمودياً ، بطريقة إلكترونية ، ناحية الأرض البعيدة حيث تقع آذان الفضاء العملاقه ويقطن العلماء القلقون .

فإذا ما كان الوضع السماوى صحيحاً ، واتجهت الهوائيات نحو آذان الفضاء على كوكبنا الأرضى ، أدى ذلك إلى تنشيط بعض مصادر القوى ، فتجرى الأشرطة لمغناطيسية بسرعة على بكراتها . وعندئذ تنتقل الموسيقى الإلكترونية بسرعة الضوء من أطباق الهوائيات العمياء لتقطع رحلتها الطويلة إلى الأرض ، مصدر تلك الأجهزة الآلية . فتمرق البيانات الثمينة بسرعة تزيد على ١٨٦٫٠٠٠ ميل فى الثانية خلال ظلمة الفضاء الغنى بالإشعاع إلى أن ينتهى بها المطاف عند الآلات القابعة على الأرض تتطلع إليها لالتقاطها ، حيث يقوم العلماء مرة أخرى بإجراء الفحوص والدراسات والترجمة والاستنباط . فإذا ماسار كل شىء على الطريق المرسوم استطعنا مرة أخرى أن نزيد من معرفتنا عن المريخ .

ويتألف الهدف النهائى لهذه المخلوقات الآلية من تأدية كل هذه الأعمال ،

تتلوها وظيفتان أخريان ، أولاهما التحرك على هيئة مركبات مقطورة ، أو عربات آلية تنتقل على عجلات ، أو تتدحرج على كور معدنية ضخمة . إلا أنه لابد من أن يتوافر عامل المرونة فى أى طريقة تنتخب لهذا الغرض ، إذ أنه سيكون من المؤلم أن نضع آلة ونرسلها إلى المريخ فى مهمة قد تبلغ تكاليفها خمسين مليوناً من الدولارات لتغرز فى منطقة رملية تلف فيها عجلاتها أو تتعثر دون أن تجد أية معاونة ، مما دعا العلماء إلى القيام فى الوقت الحاضر بإجراء بعض التجارب على شَمَّارات ميكانيكية وكَشَّافات إلكترونية تلحق بالأجهزة الآلية ، تكون بمثابة عصا الإنسان الأعمى فى الطريق إذا سار ، وتساعد المركبات على تحاشى المناطق التى ينجم عنها وقف حركات عرباتها على سطح المريخ .

أما ثانى هاتين الوظيفتين فهو القيام بإجراء تجارب الفحص والتصنيف والتشريح وتسجيل المعلومات بوسيلة إلكترونية على أشرطة مغناطيسية ، على أن يتم ذلك على مراحل متكررة . وذلك بأن تنتقل العربة الآلية عدة مئات من الياردات ، ثم تقف لتخرج هوائيها ، ولسانها اللاصق ، وسابراتها المكبسية ، وباقى أجهزتها المختلفة . فما إن تبتلع عيناتها وتقوم بتشريحها داخل أمعائها الميكانيكية ، وتلفظ فضلاتها ، حتى تعيد مجساتها العديدة ، وتغلق أبوابها ، وتبدأ رحلة جديدة على سطح المريخ لتصل إلى موقع جديد تعيد فيه كل ما سبق أن أجرته فى نهاية رحلتها الأولى .

ويقتضى كل هذا بطبيعة الحال إيجاد حلول لمشاكل معقدة تؤدى إلى الصداع . فهناك بعض العقبات الجسيمة التى لابد من التغلب عليها . فتحقيق الوثوقية فى أى جهاز من أجهزة الآلة عمل شاق تشيب له رؤوس العلماء الشبان ولو أنه يقع فى حدود الإمكانيات والمعدات الحالية . كما أن تحقيق المرونة فى أى جهاز من أجهزة الآلة مشكلة من أصعب المشاكل ، مشكلة تستلزم إضافة تعقيدات تحير العقول . فما بالك إذا اضطررنا إلى الجمع بين طول العمر

والوثوقية والمرونة فى جهازٍ واحدٍ ، الأمر الذى نصل به إلى معايير الطرق حيث يميل كثير من العلماء إلى إحراق أوراقه ، وغلق باب معمله ، والعودة إلى منزله ، ليتأمل فى نمو النجيل فى حديقته الخلفية ؟

إلا أن هناك قليلاً من الشك فى إمكان الوصول إلى المستوى المطلوب من المرونة والوثوقية وطول العمر لهذه المخلوقات الآلية المدللة التى ننوى إطلاقها لتمرق خلال الفراغ الذى يفصل عالمنا عن العوالم الأخرى فى هذه المجموعة الشمسية . وسنقيم هذه المعايير وأكثر منها . سنبنى هذه الآلات بحيث تمتاز ، علاوة على هذه المعايير ، بقوة احتمال تستطيع معها تحمل عدد كبير من القوى الصارمة التى تواجهها أثناء الرحلة ، والتى تشتمل على أنواع كثيرة من المتاعب تبدأ منذ لحظة إشعال الصاروخ الدافع . إذ لابد من أن تصمد مخلوقاتنا الآلية أمام الذبذبات العنيفة ، والرعد الساحق الذى ينطلق من الصاروخ ، وعجلة التسارع المرتفعة ، وانعدام الوزن ، وماتتعرض له فى الفضاء خلال شهور تحت وابل من الجسيمات الكونية ، أو فوقانات الإشعاعات الشمسية . لابد لها من أن تتحمل كل هذا ، وتخضع فى نفس الوقت لقوانين الميكانيكا السماوية لتستطيع المحافظة على موعدها المحدد من حيث الزمان والمكان مع جرم كوكبى يندفع فى دورانه حول الشمس . ثم بعد ذلك لابد من أن تستيقظ حواسها الإلكترونية والميكانيكية من سباتها . يلى ذلك تشغيل كثير من الأجهزة المتشابكة حتى تتم مرحلة الانتقال من السقوط الحر خلال الفضاء إلى الهبوط برفق على جرم جديد دون أن تصاب أجزاؤها المعدنية بأية انثناءات، أو يصاب زجاج بأى تلف .

ويبدو أن فى مقدورنا أن نفعل هذا كله :

إلا أنه من سوء الحظ أن هذا كله ، حتى مع قدرات أخرى تزيد عليه عدة مرات ، لا يكفى لإنجاز هذه الأعمال الفريدة التى نحن بصددها .

فهناك مشكلة أخرى . إذ أن فى وسع الآلة أن تنجز مجموعة «مختلفة» من الأعمال العجيبة حقاً التى ستوكل إليها ، وستنجزها ، وستزيد من آفاق معرفتنا. ستقوم بهذه الأشياء بالرغم من القيود الأساسية والمشاكل العملية . سيكون فى وسع عدد قليل من هذه المخلوقات الآلية أن تخلص نفسها من حفرة رملية ، أو أن تقيم أجسامها الميكانيكية بعد أن تنقلب على منحدر شديد، أو أن تخرج من غور مظلم . إلا أن أية مجازفة ، مهما بلغت العناية برسم الخطة ، عرضة، تحت ظروف تمليها يد الحظ ، لأن تتوقف دون الوصول إلى كسب يتناسب وفداحة الجهد المبذول من مال و كد ووقت .

وسينبئك العالم ، وهو على حق ، أننا بكل بساطة سنرسل مزيداً من الآلات ، ومزيداً من المخلوقات الآلية ، يمتاز كل منها على سابقه بأفضلية الأداء . وسنستمر فى إرسالها طالما وجدت المبالغ اللازمة لإتمام المحاولات .

حتى هذا لا يكفى .

فمهما بلغت الآلات من البراعة الإلكترونية ، والمرونة الميكانيكية ، فلا زالت تفتقر إلى نفس الصفات العديدة التى تعتبر حيوية للنجاح فى هذا الكشف .

فليس فى وسعها إلا أن تستجيب ، لا أن تعمل من تلقاء نفسها . فهى تعمل بلا عقل ، وتؤدى عملاً روتينياً محسوباً مرسوماً ومطبوعاً على الأشرطة التى تعمل بمثابة عقلها المفكر .

ولما كانت لا تستطيع العمل بإرادتها (لافتقارها إلى تلك الإرادة) فإنها تعجز عن تأدية عمل يعتبر أهم الأعمال كلها ، ألا وهو اتخاذ القرارات .

إنها تملك عدداً كبيراً من القدرات ، ولكنها تفتقر إلى قدرة اتخاذ القرارات .

فليس فى مخيلة الآلات ما هو غير متوقع . فهى لا تستطيع أن تدرك الفرق

بين الخبرة والمفاجأة ، تتحكم القيود فى عملياتها . ومهما بلغت الأعمال التى تقوم بها من غرابة ، فلا زالت هذه الأعمال وظائف تقوم بها مخلوقات محدودة العقول إلى حد كبير .

ولنسلم بهذا الموقف . فقد يؤكد لنا ذلك الموقف الخيالى ، لعملين مختلفين يجريان على سطح المريخ ، جسامة المشكلة ، كما يؤكد لنا فى الوقت ذاته الانفعال العجيب الذى يسببه غير المتوقع فى العقل البشرى . وسنطلق عليهما المنظر الأول والمنظر الثانى .

فى المنظر الأول تكون المركبة الآلية قد هبطت تواً على سطح المريخ ، وتكون الرحلة المحفوفة بالمخاطر ، والتى بدأت من الأرض ، قد أنجزت بطريقة بارعة . فقد أدت كل الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية وظائفها على أتم وجه . وعلى سطح المريخ ذاته يقوم الكشاف الآلى بثنى جميع وصلاته الميكانيكية ، وتدب فيه الحياة ليبدأ عمليات الكشف . إنه مخلوق صناعى عجيب ، أعد بأدق الخصائص التى وردت فى « القصص العلمى » ، والتى استطاع العلم أن يهبها لوسائل تشغيله ، ليشق بها طريقه عبر سطح المريخ .

وتقوم أجهزته العديدة بالكشف والاستنشاق والذوق واللمس . كما تطحن وتنتقل ، تتعثر وتشرح . وفى خلال ذلك كله تقوم باختزان المعلومات على الأشرطة المغناطيسية المألوفة ، فى انتظار اللحظة (المحددة على أشرطة ذاكرة العربة الآلية) التى لا بد له أن يقف فيها ليوجه عينه الرادارية العمياء ناحية الكوكب البعيد الذى ولد فيه . وبذلك يكون هذا المخلوق قد أتم مرحلة كاملة من مراحل عمله ، فيعيد شحناته ، ويستأنف حركته عبر سطح المريخ . ويكرر هذه العملية عدة مرات .

ويمر ، وهو يشق طريقه فى رمال المريخ ، بهضبة منخفضة تنمو على رمالها نباتات دقيقة . إلا أنه قد سبق للآلة أن رأت هذه الظاهرة ، وقامت بالكشف

عن أسرارها وأودعت معلوماتها على أشرطتها المغناطيسية . فليس فى هـذا جديد فيما تتحسسه الآلة .

إلا أن هناك شيئاً قابعاً فى الرمال بجوار تلك الهضبة المنخفضة ، يبدو على سطحه البلى بفعل التعرية . شىء لاشكل له . لا ترى فيه الآلة أكثر من شىء يفتقر شـكله إلى الانتظام ، ربما كان صخرة . ويمر المخلوق الآلى على بعد لا يتعدى بضع بوصات منها . وبعد دقائق تـكون الآلة قد ابتعدت عبر رمال المريخ الحمراء .

وقد أصبحنا الآن فى موقف يسمح لنا بالحديث عن المنظر الثانى . وقد أعد المسرح بنفس الطريقة . إلا أن العربة الآلية التى تهبط خلال جو المريخ الرفيق هذه المرة أكبر بكثير من سابقتها . إنها تختلف فى تصميمها بحيث تحوى فراغاً كبيراً داخل جوانبها . وتستقر على السطح بعد انقضاض انزلاقى ، محمولة على أجنحة عريضة ، تـكافح بها للحصول على قوة رافعة فى الجو الرقيق .

ويعود الغبار إلى الاستقرار على السطح من جديد عندما تتوقف المركبة المجنحة عن الحركة .

وتحوى الآلة فى باطنها عدداً كبيراً من الأجهزة الميكانيكية والإلـكترونية. إلا أن هذه المركبة لا تبرز منها أجهزة آلية ، ولا تصدر منها زمجرة تنتقل معها عبر الرمال والغبار .

فهذه المركبة تحمل رجالاً . وقد لا تمضى ساعة بعد توقف الآلة حتى ينزلق باب من الجانب المنحنى من مركبة الفضاء المجنحة ليتسلق من خلاله شخص فى بدلة لامعة من بدل الفضاء ليهبط على السطح ببطء وعناية . وتـكسو بدلة الفضاء جسم الرجل من شعر رأسه إلى أخمص قدمه . فإن المريخ بالرغم من أنه أكثر كرَماً للإنسان من الفراغ الفضائى ، لازال عالماً مجرداً من ضرورات حياة الإنسان إلى حد أنه يستطيع قطعاً أن يُودى بحياته فى لمح البصر . ففى بدلة

الضغط حياته ، حيث تخرج سحابات من البخار من فتحة فى جانب القبعة ، هى عبارة عن هواء الزفير الذى ينفثه الرجل وهو يبتعد عن سفينته .

ويتخذ الرجل فى مسيره نفس الطريق الذى قطعه المخلوق الآلى فى المنظر الأول . فيرى النباتات المتناثرة ، فتنشأ فى عقله صورة مقسمة ومتشابكة ، إذ تكفيه نظرة واحدة ليدرك أن هناك خضرة على المريخ . ونظرة واحدة تكفى للحكم القريب من التأكد بوجود حياة حشرية . إلا أن هذا أيضاً من إمكانيات المخلوق الآلى ، ولو أن الحكم يختلف فى المنظرين ، سواء من حيث الطريقة أو السرعة أو النتيجة ، أو فى سنى الخبرة الطويلة وتشابك الحقائق التى يحوزها الإنسان .

إلا أن هذا ليس محور اهتمامنا . فالإنسان ينتقل ليصل بسرعة إلى نفس المكان الذى تقع فيه الهضبة المنخفضة على سطح كوكب المريخ ، حيث توجد النباتات الدقيقة .

وهنا يرى نفس الشىء الذى يتصف بعدم الانتظام ، والذى ربما كان صخرة مر بجوارها المخلوق الآلى . إلا أن الإنسان يقف فى هذا المكان يتأمل طويلاً فى الأرض ، مركزاً كل اهتمامه على هذا الجسم الغريب .

ويدور عقله عجباً مما يراه . ثم ينحنى بعناية فى شبه احترام ليمسك بيديه تلك الصخرة . يمسكها بالقرب من زجاج قبعته المقوس ، يفحصها ببطء ، ويقلبها فى يديه لدراسة كل جزء من سطحها .

فيجد أن الجسم أملس من أحد جوانبه . كان قابعاً فى هذا المكان عدداً لا يحصى من السنين ، قد تكون عقوداً ، أو قروناً . إلا أن هذا لا يهمنا فى هذه اللحظة .

ولكنه يرى علامات على سطحه الأملس ، علامات ذات أشكال محددة لم تنشأ بمحض الصدفة ، خطوطاً تتصف بالتماثل الذى لا شك فيه .

خطوطاً رسمت عن قصد .

وكانت الآلة قد مرت بالجسم القابع فوق الهضبة الرملية .

أما الإنسان فتوقف ، وتأمل ، وكان فى تلك اللحظة وريثاً لما يمكن أن يصبح أخطر سر فى تاريخ الجنس البشرى .

فلما قام بفحص السطح الأملس الوحيد فى هذا الجسم ، وفحص الخطوط المرسومة عليه ، تحقق فى التو واللحظة أنها خطوط صناعية ، رسمت عن قصد .

رسمها شىء ما ، شخص ما .

وفى تلك اللحظة الوحيدة أدرك هذا الإنسان شيئاً — سيبرق عنه برسالة إلى كل بنى جنسه ... أدرك أن فى هذا الكون ، ما لانهاية له من النجوم والكواكب التى تسبح معها فى الفضاء ... أدرك « أن الإنسان ليس وحيداً » .

الفصل الأول

لماذا ؟

« تبعد الزهرة عنا مسافة ٢٦ مليوناً من الأميال ، والمريخ ٤٩ مليوناً، بينما تبلغ المسافة بين الشمس وبلوتو، الذى يقع على حافة المجموعة الشمسية ، ٣٫٦٨٠ مليوناً من الأميال. وفى حين يبعد عنا أقرب النجوم إلينا مسافة ٢٥ مليون من الأميال ، فإنه يقتضى منا قطعها ٨٠٫٠٠٠ سنة ، إذا استطعنا السير بسرعة ١٠ أميال فى الثانية . فهل يعد سفر الإنسان إلى النجوم حلماً فارغاً ؟ ومع ذلك فإن كل جيل من البشر يبنى على أكتاف الجيل السابق ، وها قد بدأ كشف الفضاء ، فمن ذا الذى يستطيع أن يقرر حدوداً لإنجازاته المستقبلة ؟ »

من كلمات الدكتور درايدن نائب مدير النازا ، فى ٢١ إبريل ١٩٦٠.

ليست الأرض معزولة عن الكون ، فهى لا تقع داخل أنبوبة اختبار مجدبة ، ولكنها تقع فى بيئة تظل فيها على الدوام تحت تأثير عشرات من القوى الشمسية والكونية وطوفانات من الإشاعات وتفاعلات بين مجالات شاسعة من الجاذبية . على أن كثيراً من هذه القوى قريب منا ، ويؤثر فينا تأثيراً مباشراً ، بينما تقع القوى الأخرى على بعد كبير من حدود كوكبنا الطبيعية . ومع ذلك فإن الكرة الأرضية ، التى تنقل الجنس البشرى بأكمله خلال الفراغ الشاسع ، تتفاعل وتتجاوب مع جميع هذه القوى المختلفة .

فإذا عجزنا عن إدراك طبيعة البيئة الإشعاعية التى تشمل بحر الفضاء ، فسنفقد الأمل تماماً فى إدراك طبيعة هذا العالم ، أو الدور الذى يلعبه على المستوى الكونى ، وسنعجز إلى الأبد ، ولا شك ، عن إدراك القوى التى تؤثر تأثيراً مباشراً على حياتنا ، وعلى مستقبل حياتنا ، وحياة أجيالنا القادمة .

ولا بد لنا من الدراسة . وها نحن قد بدأنا ذلك الكشف العظيم . فإذا كانت أحداث عصر الفضاء ، الذى لازال وليداً فى التاريخ ، دليلاً على طريقة

تفوقنا ، فقد حُكِم علينا بأن نسير فى الطريق الذى بدأناه . وقد يكون هذا الأمر دون إدراك عددٍ غير قليل من البشر . إلا أنه لا يمكن أن نتخاذل بالرجوع من محور الفضاء، إذ أن هذا سيكون بمثابة إنكار حب الإنسان للاستطلاع.

يكون ذلك بمثابة إدارة رأسه عن الغد ، وإدارة ظهره لإدراك القوى التى تحدد مصيره، الأمر الذى يمكن أن يكون ضماناً لانقراض الجنس البشرى . فإذا قام شعب من الشعوب ، أو جنس من الأجناس ، أو كوكب من الكواكب ، بإدارة ظهره لطريق المستقبل، للتركيز على الحاضر ، فلن يستطيع أن يرى ما هو مقبل عليه ، ولن يستطيع أن يخطط أو يعد شيئاً للمستقبل . وبهذا تنبذ هذه المجموعة ، شعباً كانت أو جنساً أو كوكباً ، تنبذ الفرصة الثمينة التى تسمح لها بتحديد مصيرها فى السنوات المقبلة .

وأمامنا « الحدث الخطير » . فقد قام الإنسان بسبر غور أعماق الفضاء بوساطة آلاته التى صنعها لهذا الغرض ، وجعل من القصص العلمية حقيقة واقعة من حقائق الحياة . عن طريق الكشافات الآلية التى يبعث بها إلى الكواكب البعيدة. كما استطاع الإنسان نفسه أن يقتحم البيئة التى ظلت سنين طويلةً من أعدى أعداء الحياة ، إلى حدٍ كان عددٌ كبيرٌ من العلماء يعتقد معه أن الإنسان سيظل على الدوام حبيساً على هذه الأرض التى ولد فيها . على أنه من الحق أن يقال إن الخطوات التى قطعناها فى مجال غزو الفضاء بمركبات محملة بالآدميين ليست إلا خدوشاً قصيرة فى الفراغ الشاسع المخيف الذى يواجهنا. إلا أن ذلك ليس من الأهمية بمكان . فكل ما يهمنا من ذلك هو أننا قد قطعنا الخطوات الأولى فى هذا المطاف .

لقد تعلمنا الحقيقة الواقعة فى أن إحدى المشاكل الكبرى فى إنجاز رحلة إلى القمر تتركز فى إغراء مواطنينا أن لهذا العمل قيمته التى تبرر الجهود والإنفاق . وقد تغلبنا فعلاً على تلك الصعوبة .

هذه حقيقة غابت عن أذهان كثيرٍ من الناس الذين يعيشون على هذا الكوكب، والذين بلغ بهم الحماس أقصاه فى الدعوة إلى ما دون ذلك فى كشوف العوالم القريبة والبعيدة . إلا أن « حقائق الحياة » التى استطاع فريق واحد من الناس إدراكها لم تبدُ مناسبة ، أو حتى ذات معنى ، للغالبية العظمى من الناس الذين تمدنا دخولهم بالوسائل المادية التى تحقق لنا تلك الأحلام . وهذا ما لا بد من إدخاله فى الحساب .

ومن الحق أيضاً أن يقال إن الغالبية العظمى ممن يساهمون فى أعمال الكشوف الفذة ، التى نجريها على المجموعة الشمسية بأكملها ، ليسوا ممن لهم شأن بالعلوم . على أن مساهمتهم ، التى تعد ألزم المساهمات كلها ، تنحصر فى إقناع الجماهير بأن ما نبذله من جهود فى مجال الفضاء يستحق فى نظرهم المبالغ التى تنفق عليه مُمَثَّلَةً فى الأنصبة الضخمة من الدولارات التى يكسبونها بعرق الجبين .

وقد قُدِّر لتنفيذ برامج الفضاء المدنية والعسكرية ، بدلالة النقد الصعب ، أن الولايات المتحدة وحدها ستنفق خلال فترات الستينات مبلغاً يتراوح بين سبعين ومائة بليون من الدولارات . وهذا التعبير عن البرنامج بدلالة الدولارات هو التعبير الذى يحمل أكبر المعانى للغالبية العظمى من الناس . وقد يدركون ، وهو ما يقبل الجدل ، أن هذه الدولة ، وغيرها من الدول ، قد بدأت العمل لمواجهة أعظم تحد عرفه الجنس البشرى .

وكثيراً ما يقال إن ما نفعله فى الفضاء قد يكون الطلائع الأولى من علامات النضوج فى الجنس البشرى. ويعتقد البعض منا أن الصورة الجديدة التى منحتها للإنسان إمكانياته الحديثة فيما دون الأرض قد تؤدى إلى كسب قوة جديدة للإدراك تؤثر على جميع نواحى حياتنا .

قد يكون كل هذا صحيحاً . إلا أن أقلية من الناس هم الذين يدركون هذه الانعكاسات الفلسفية على الكشوف الفضائية وما يتبع ذلك من استغلال

للفضاء . فإن انفعالاتهم ومواقفهم تتجه إلى أسفل نحو الأرض . فالحياة — حتى فى عصر الفضاء المذهل — مازالت تتصف بالهدوء أكثر مما تتصف بالثورية .

وقد أذاع البيت الأبيض ، فى أوائل عام ١٩٥٨ ، كجزء من كتابه « مقدمة للفضاء الخارجى »(١) :

«لم يكن البحث العلمى ، أو أى كشف آخر ، فى يوم من الأيام ، يكلف مقدماً بتقديم حساب دقيق عن تكاليفه . ولكن إذا كنا قد تعلمنا درساً واحداً فهو أن للبحث والكشف طريقة غريبة لرد التكاليف بغض النظر عن الحقيقة القائلة بأنهما يثبتان أن الإنسان متيقظ يتصف بالشراهة فى حب الاستطلاع. وها نحن جميعاً نحس بالسعادة عندما ندرك مابلغه العلماء والكاشفون فيما يختص بالكون الذى نعيش فيه » .

هذه كلمات تهز المشاعر . ولكن كثيراً ما تعجز الكلمات المنمقة عن إحداث أثرها المقصود فى دفع الجماهير إلى تأييد مجهود تبلغ تكاليفه السنوية مايقرب من سبع بلايين من الدولارات . فهناك موقف قطاع «البيرة والفطائر» الذى يفتقر بكل أسف إلى إدراك التزامات كشف الفضاء . هذه هى الهوة التى يصعب عبورها : العثور على مفتاح معنى الكلمات الذى يستحث الرجل العادى على تأييد برنامج الفضاء تأييداً قوياً ومستمراً . فهو يريد أن يعلم «لم» يجرى كل هذا . وهو ذلك النوع من الرجال الذى لا تعنى العبارات الواردة أعلى هذا الكلام أكثر من كلمات لطيفة منسقة دون أن يكون لها معنى قوى.

وقد حاولت لجنة العلوم والملاحة الفلكية ، المنبثقة من الكونجرس السابع والثمانين ، تحديد معنى بيان البيت الأبيض المشار إليه فأعلنت أن :

« هذا البيان يحوى تأييداً أساسياً لما يعتبره المؤرخون وعلماء الأجناس وعلماء النفس حقيقة واقعة ، حقيقة وجود قوة غريزية فى الإنسان ، مهما كانت

(١) Introduction to Outer Space

معتقداته الشكلية أوفلسفته اللاشعورية ، قوة تدفعه إلى إدراك أنه لابد له من أن يتقدم . فالتقدم هو دليل مصيره » .

هذا كلام قد يسمعه الرجل العادى ، الذى يهتم ببرودة البيرة أكثر مما يهتم بقياس ارتفاعات السحب فى كوكب الزهرة ، فيتمتم قائلاً «وعلام كل هذا !» .

فالعبارات التى من قبيل «قوة غريزية فى الإنسان» و «فلسفة اللاشعورية» هى بكل بساطة عناصر لغة لم ينطق بها فى حياته ، ويصعب عليه إدراكها ، وقد لا يدرك شيئاً منها . فهو يطلب نتيجة لدولاراته، نتيجة يستطيع أن يراها ويسمعها ويلمسها ويحس بها أو يستخدمها وينعم بها .

ولقد قام الدكتور دونالد مايكل فى أواخر عام ١٩٦٢ بمعالجة المشكلة عن كثب حين قال : « ليست الحياة فى نظر غالبية الشعب عالماً جديداً براقاً شجاعاً يتألف من مركبات الفضاء والمصنوعات المعدنية الدرامية . . . إذ تدل جميع الظواهر على أن غالبية الجنس البشرى ينظرون إلى الأفق الجديد بعيون قديمة[1] » .

ولنكن واقعيين فى هذا الأمر . فإنه حسن منا أن ننفق خمسين أو سبعين أو مائة بليون من الدولارات على برامج الفضاء فى العقد التالى أو نحو ذلك ، إلا أن هناك سؤالاً خطيراً عما إذا كانت ضغوط المجتمع المتغير وآثاره تسمح باستمرار هذا المجهود الهائل على النحو المرسوم لجهودنا الفضائية المستقبلة . ولن نستطيع فى الوقت الحاضر أن نتنبأ بما سيكون لزيادة سكان الأرض فى سنة ١٩٩٠ إلى خمسة بلايين نسمة — مع التحفظ — من آثار مدمرة على حياتنا اليومية والشئون العالمية،وما يصحب هذه الزيادة من مشاكل شاملة لغالبية السكان من حيث الطعام و المأوى والتعليم والعمل وغير ذلك من مستلزمات الحياة .

---

(١) Air Force Magazine ، عدد ديسمبر ١٩٦٢ .

على أن هناك شيئاً واحداً يمكن التنبؤ به هو ازدهار مستقبل غزو الفضاء واستغلاله . إلا أنه لابد لنا من أن ندرك ، بالرغم من صعوبة ذلك فى الوقت الراهن ، أن المشاكل ، التى سيعيرها سكان العالم فى عام ١٩٦٠ أكبر اهتمام ، قد تكون بعيدة غاية البعد عن كل ما يناصر الطيران الفضائى الذى يقتضى إنفاقات ضخمة على التجارب التى لابد أن يقوم بإجرائها نفر قليل من الإخصائيين فى شبه عزلة عن المجتمع بصفة عامة .

ولا يحتاج الأمر إلى موهبة أصيلة فى التنبؤ لإدراك ما سيكون فى المستقبل من آثار كبرى للتقدم الهائل فى كثير من العلوم الأخرى . فها هى كثرة من العلماء يشعرون فى هذه اللحظة أنه من الجائز أن يكون علم الأحياء أهم العلوم جميعها ، وأن يُحْدث فى الجماهير أعظم الآثار . وها هو علم هندسة التناسل ، على سبيل المثال ، يرفع أمام عيوننا آفاقاً لاحدود لها .

فهناك ما يوحى بإمكان إنتاج الحياة بطريقة صناعية ، وبالمكاسب الهائلة فى مجال إطالة العمر (رغبة الإنسان من زمن طويل) ، ثم بالتقدم الطبى الذى سيجعل من حلم إصلاح الجسم وزرع أجزاء منه حقيقة واقعة .

إذا تحقق كل هذا على كوكب تواجهه مشكلة تفجر السكان ، فإنه يؤدى ولا شك إلى تعقيدات فى حياة الأعداد الضخمة التى تعانى تغييراً عميقاً واضطراباً شديداً فى مجتمعاتنا .

فما لم توضح أنشطة الكشف الفضائى ، واستغلال قدراتنا الجديدة فى مجال الفضاء ، بطريقة يسهل إدراكها ، وترى فيها الجماهير « جهوداً مثمرة » ، فسترتفع بينهم موجة من الاستياء ضد مجهودات يقوم بها قطاع ضئيل من البشر مقابل تكاليف باهظة فيما وراء الغلاف الجوى لهذا العالم .

وربما كان هذا هو السبب فى أن تحقيق الاتصال عن طريق الأقمار

الصناعية كان عاملاً قوياً فى تأييد الأنشطة الفضائية ، بل عاملاً أقوى من كل الأرصاد الفلكية التى أخذت من المدارات أو على القمر ،والتى قد تساعدالعلماء على دراسة امتداد الكون الشاسع . فإذا لم يكن هناك شىء آخر فإن أقمار الاتصال (أو شبكة الأقمار على وجه أدق) هى فى حد ذاتها وسيلة مباشرة لتحقيق الهدفين العلمى والأنانى . على أن الاتصالات بين الحكومات شىء معترف به ولو أنها لا تحظى من الجماهير بكثير من الإدراك أو التأييد . ولكن اتصالات رجال الأعمال شىء آخر . فالرجل العادى يرى فى هذا المجهود أساس الأنشطة التجارية التى يمكن ترجمتها بسهولة إلى ما تساويه من قيم نقدية — دولارات وسنتات . أما وسائل الاتصالات المرئية التى تتمثل فى الحفلات الترفيهية ، والتى تنقل ألعاباً حيّة ، وغير ذلك من البرامج من جميع بقاع العالم المسكون ، إلى منازلنا فى أى مكان ، فلا تحظى فى قائمة العالم إلا بالمكان الأخير ، ولو أنها تحتل المكان الأول عند الرجل العادى أينما كان .

ومن أجل هذا لقيت الأقمار العاملة ـ أقمار الاتصال ، والأقمار المتيورولوجية ، والأقمار الملاحية — لقيت ترحاباً من جون دو الذى تشغل المعاملات المالية كل تفكيره . فللأقمار المتيورولوجية آثارها العميقة على العالم — وفى وسع الرجل العادى أن يترجم فكرة الأقمار المتيورولوجية إلى خبرته اليومية . فهو لا يستطيع إنكار حقيقة اهتمامه بالطقس فى كل يوم من حياته . فبعد أن رأى الأخطاء التى تقع فيها وكالات التنبؤ عن الطقس ، أصبح من مصلحته أن يلقى بكل قوته فى تأييد أية وسيلة تؤدى إلى تحسين هذه التنبؤات . لا يهمه أن يتم ذلك عن طريق الأقمار الصناعية التى تمرق حول الكوكب متجهة بعدساتها السميكة ناحية الأرض ترقب جوها . لا يهمه (كيف) يتم هذا ما دام يحصل على تنبؤات أفضل للطقس الذى يؤثر على كل خطوة من حياته . ولهذا كان من السهل عليه أن يتحمل التكاليف التى يتطلبها تطوير التكنولوجيا والصواريخ

والأقمار الصناعية ذاتها . ولم يكن الدافع له فى هذا إيمانه بأنشطة فضائية من هذا النوع ، فقد حققت له هذه الوسيلة فرصة أفضل فى عدم إلغاء مباراة كرة القدم فى يوم سبق التنبؤ عنه بصفاء سمائه وسطوع شمسه كما كان يحدث من قبل.

وقد يدهش كثير من القراء عندما يدركون أن الافتقار إلى إدراك الجهود الفضائية يسود حتى فى إطار عقول أعلى طبقات مجتمع الأعمال الأمريكى . فرجل البنوك أو الاقتصاد أو الصناعة ليس أكثر استعداداً من آلاف الناس الذين يعملون لحسابه ليوضح لك السبب فى بقاء القمر الصناعى فى مداره حول الأرض ، أو السبب فى إرسال الأقمار الصناعية التى تكتظ بالأجهزة العلمية لتدور حول الكوكب ، أو الداعى لاهتمامنا بالذهاب إلى القمر ، حتى دون أن نذكر له أننا ننفق فى هذا المجهود الجبار ما يزيد على أربعين بليوناً من الدولارات لمجرد إنزال رجلين على سطح هذا العالم المدائى الصغير .

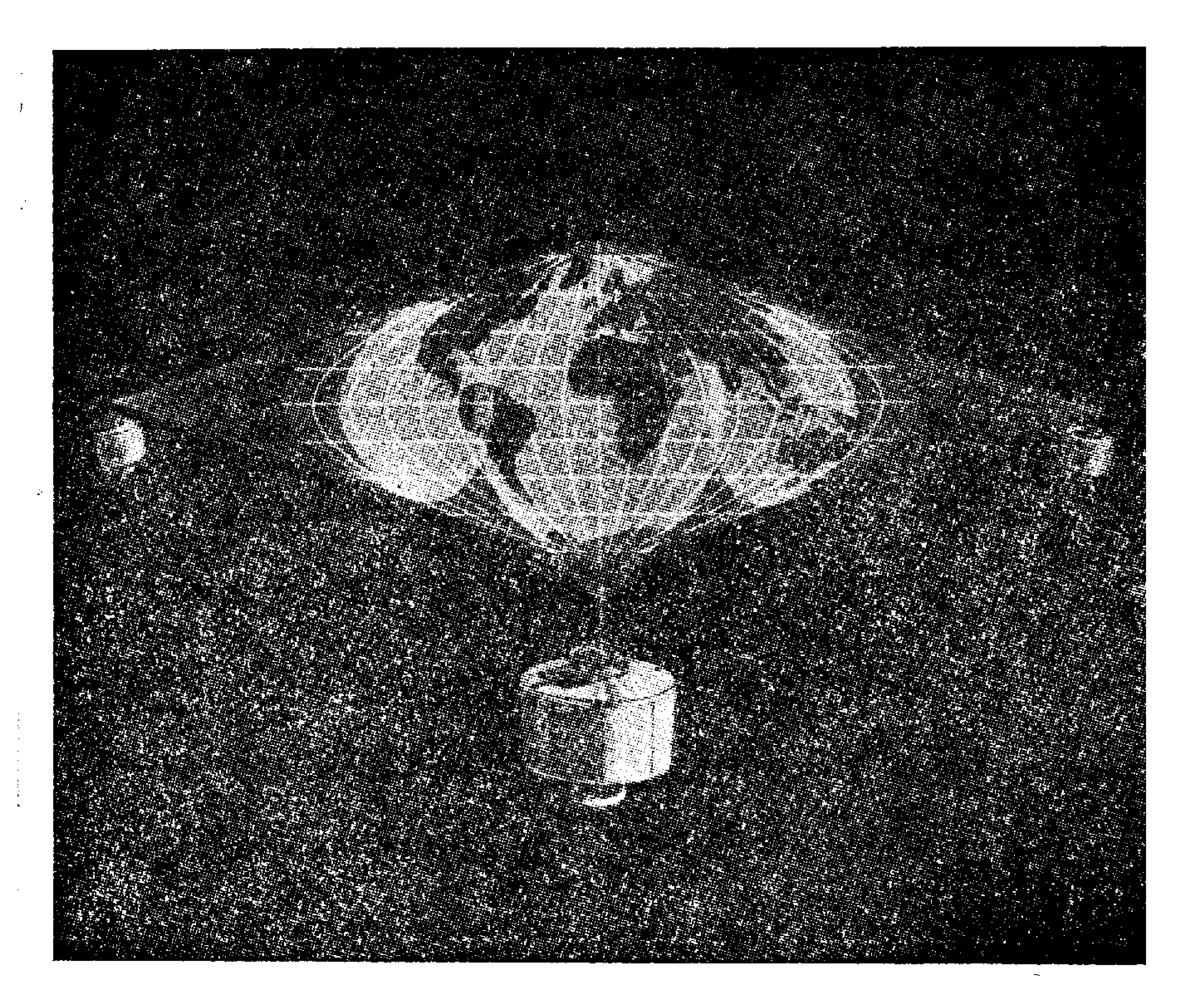
وقد ألقى مستر جيمس إلمز ، نائب مدير مركز سفن الفضاء المحملة بالآدميين (التابع للناسا[1]) لشئون الصناعة والبرامج ، ألقى خطاباً على جمع كبير فى نادى رجال الاقتصاد فى دالاس ، تعرض فيه لنفس الأسئلة التى لابد أن يتعرض لها غيره من المشتغلين بشئون الفضاء عندما يخطب فى جموع شعبية . أما الأسئلة فمن النوع المألوف ، سواء كانت من نوادى السيدات ، أو من منظمات المهندسين أو الاقتصاديين ، أو الرفاق الطيبين . وتتركز أسئلتهم جميعها فى «لم ؟» . وها هو مستر إلمز يصف تلك اللحظة التى قضاها فى نادى رجال الاقتصاد فى دالاس فيقول:

«كان المستمعون كلهم من رجال البنوك والاقتصاد . وكنت أنوى أن أتناقش معهم عن أجهزة قيادة سفينة الفضاء ، أو جهاز تسيير مركبة الإطلاق ، أو أية ناحية أخرى من النواحى الفنية للبرنامج . إلا أنى شككت فى إمكان

(١) National . Aeronautic and SpaceAdministration : NASA
وهى عبارة مختصرة بمعنى « الإدارة القومية للملاحة الجوية وشئون الفضاء » ...

تنفيذ هذه الرغبة . فقد كانت رغبتهم معرفة مايسأل الناس عنه ... لم نذهب إلى القمر؟ وكم يتكلف ذلك ؟ وكان أهم سؤال هو : لماذا نقوم بكشف الفضاء ؟ ألأن مشروع القمر ، ولو أنه فى غاية الأهمية ، لا يتعدى جزءاً من برنامج فضائى شامل؟

« وإذن ، فلماذا نقوم بكشف الفضاء ؟ الأسباب كثيرة . أولها وأكثرها وضوحاً ، ولو أنه من الصعب تبريره لأول وهلة على أساس النتائج لكل دولار ، هو لزيادة معرفتنا العلمية البحتة عن الكون . ومع ذلك فقد تعلمنا (فى المرتبة الأولى فى هذا القرن) أن العلماء قد يبحثون المجهول على سبيل حب الاستطلاع لا أكثر ، دون أن يفكروا فى هدف مباشر ، سواء كان هندسياً أو اقتصادياً . ومع ذلك فإن المعرفة الجديدة التى يحصلون عليها تأتى علينا بمكاسب لم تكن فى الحسبان . وها نحن نجنى ثمار هذه المعرفة أسرع وأسرع كلما تقدمنا فى السنين . فقد اقتضت صناعة التليفون العمل خمسين عاماً ، وصناعة الراديو ٣٥ عاماً ، بينما لم تقتض صناعة القنبلة الذرية سوى ست سنوات . وها نحن لم يمض علينا فى عصر الفضاء أكثر من ست سنوات ، ومع ذلك فقد أرسلنا بشراً إلى مدارات حول الأرض وأجرينا البحوث على القمر والزهرة ، وعلاوة على ذلك فقد حصلنا على بعض المكاسب التى يمكن الاستفادة منها على الأرض . ففى مجال الطقس بدأنا نستعرض مقدرتنا على التنبؤ عن قيام الأعاصير الجامحة . وها هو التنبؤ الدقيق عن تفاصيل الطقس لمدة قد تصل إلى خمسة أيام قد أنقذ سنوياً مايزيد على خمسة بلايين من الدولارات فى مجال الزراعة والغابات والنقل وتصريف شئون خزانات الماء . ونرجو أن نتمكن فى النهاية من التحكم بعض الشيء فى الطقس ، مما يعود علينا بمكاسب اقتصادية لا يمكن التكهن بها فى الوقت الحاضر : إلا أن هذه المكاسب لا تأتى إلينا بسهولة . فهناك شيء واحد لابد لنا منه ، هو التطوير الكامل لتكنولوجيا الفضاء الذى غمسنا أنفسنا فيه هذه الأيام .



شكل (١)
كيف تتيح ثلاثة أقمار من طراز سينكوم فى مدار
ساكن بالنسبة للأرض اتصالات تغطى الكوكب كله

« وها هما القمران تلستار وسينكوم قد بدآ الكشف عن الفوائد الهائلة التى أضفاها الفضاء على قدرتنا فى مجال الاتصال . فقد استطعنا فى مدى مائة عام أن نزيد قدرتنا فى مجال الاتصال عبر الأطلنطى ألف مرة ، بينما سنتمكن فى مدى بضع سنوات فقط من هـذا العقد أن نزيد قدرتنا بنسبة ألف أخرى ، مما سيسمح بنقل كتب بأكملها فى ثوان ، كما سيسمح بربط ماكينات الأعمال والآلات الحاسبة فى شبكات على المستوى العالمى . وما هذان إلا مثلان للمكاسب الاقتصادية التى نجنيها من أبحاث الفضاء » .

فإذا عجزنا عن نقل هذا للجمهور بدرجة من الإيضاح تكفى لكسب

تأييده لتمويل جهود الفضاء فإن الناخبين سيعبّرون أثناء عملية الانتخابات ، أو بأى طريقة أخرى ، عن استيائهم من الاستمرار فى هذه الأنشطة — مما يلحق بمستقبل برامجنا القومية فى مجال الفضاء ضرراً أكبر مما تلحقه مجتمعة كل حالات الفشل فى إطلاق الصواريخ .

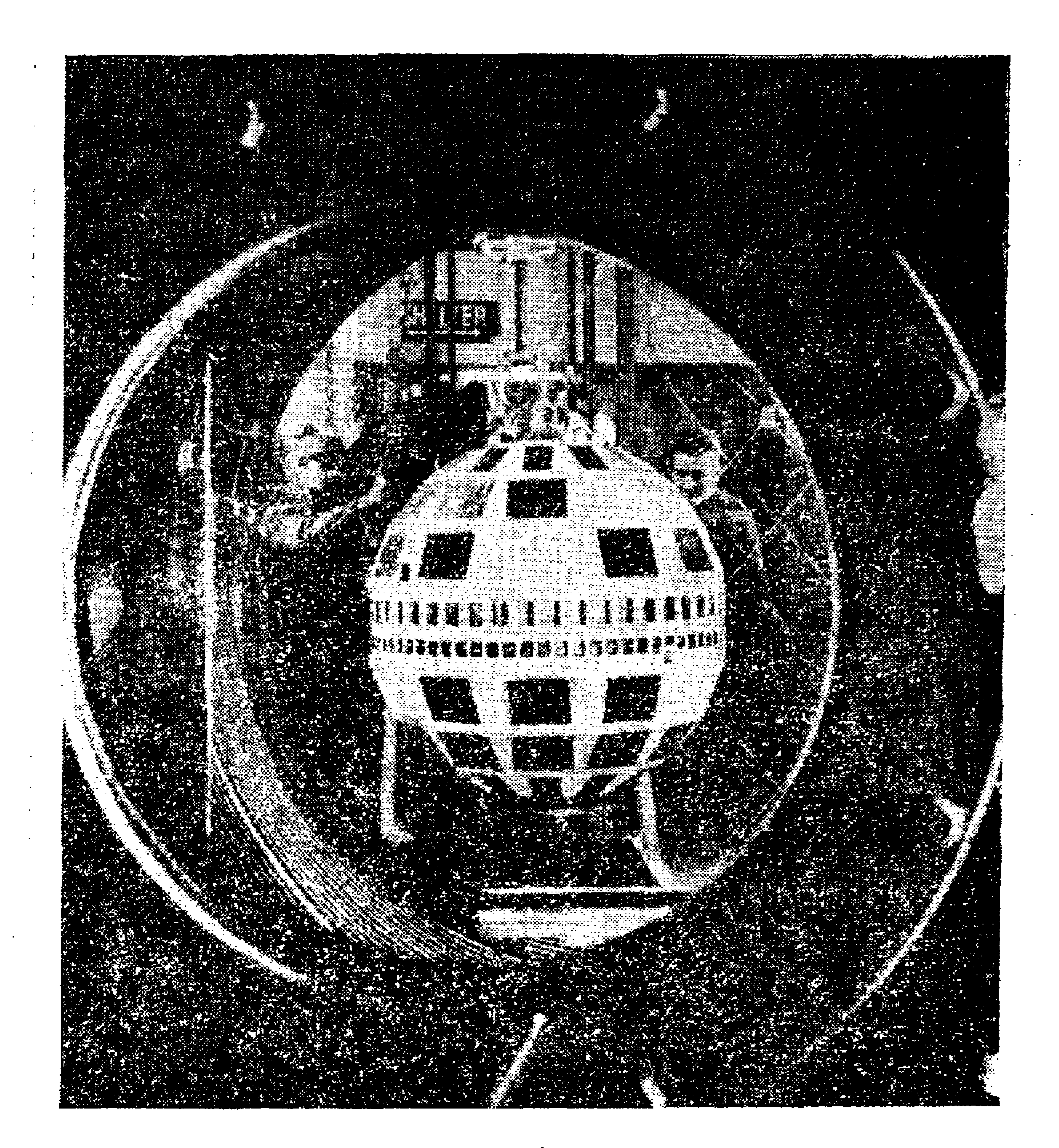
ومما يؤسف له أن نذكر ، ولو باختصار ، أنه بالرغم من كل العبارات التى تحمل معنى فلسفياً لصالح أنشطتنا فى الفضاء ، كالعبارات التى نؤمّن فيها على مستقبل الأجيال القادمة ، فقد حل بنا وقت ليس ببعيد كان من المؤكد أن تقابل مثل هذه العبارات بأصوات نابية طويلة . وقد يجد المؤرخون الحقيقة وهم يقلبون صفحاتهم بغير نظام . إلا أن هناك حقيقةً لا يمكن إنكارها ، وهى أن برنامج الفضاء الأمريكى لم يوضع فى الأصل إلا للرد على تحدى السوفييت . فقد كان لفظ « الفضاء » ، قبل إطلاق سبوتنيك ، كلمة نجسة فى نظر الساسة ، ومسئولية سياسية فى عنق الرجل الذى دافع عن قضية للناخبين ذوى الوعى الدولارى الذين ينادون بمبدأ « دعونا نبقى على الأرض » .

وقد ذكر المرحوم فوستر دالاس وزير الخارجية :

«قد يسجل التاريخ سبوتنيك ، الذى يسخر من الشعب الأمريكى بإشاراته « بيب — بيب » ، على أنه « بمرج »[1] خروشوف . فقد هز مشاعر الأمريكيين وأحدث فيهم رد فعل جاء فى مصلحتهم ، رد فعل كان يخدم قضية الحرية فيما مضى — موجة من الكدر والغضب والتصميم من جديد ، موجة اكتسحت البلاد وكانت سبباً فى التقدير الجدى لكفاح شغل تفكير الناس ، وفى زيادة الرغبة لبذل الجهود والتضحيات اللازمة لكسب هذه المعركة » .

---

(١) البمرّج قطعة معقوفة من الخشب إذا قذفت فى الهواء رسمت دائرة ثم ارتدت إلى مكانها الذى قذفت منه .



(شكل ٢)
القمر الصناعى تلستار فى غرفة حرارية مفرغة لاختبار آثار الحرارة عليه .

ولا يستحق هذا ، فى مجال البرنامج القومى لأبحاث الفضاء ، سوى كلمة « ربما » مع التحفظ . فمما لا شك فيه أن الشعب الأمريكى أصبح يدرك مجهوداتنا الفضائية . ولا يمكن أن يكون غير ذلك إذا اعتبرنا العناوين العريضة « والسيوف المسلطة » فى عمليات طيرانات البشر فى المدار ، حيث قام رائد للفضاء وراء آخر بشق طريقه ليخرج من ورطة نجمت عن خللٍ فى المعدات ، وبدا أكثر من مرة لمستمعى الراديو الذين فقدوا أنفاسهم ، أنه « على حافة الموت » .

ولذا قلنا إن شعبنا يدرك أهمية بحوث الفضاء، والمجهودات الضخمة التى تبذل فى مجال الفضاء ، فى الحاضر والمستقبل . إلا أنهم لم يكتسبوا بعد « الوعى الفضائى » . فقد تعود المواطنون العاديون ، وهم غالبية الشعب ، على اعتبار مجهوداتنا فى الفضاء لازمة من لوازم الكفاح ضد الاتحاد السوفييتى من أجل كرامتنا الدولية ، ونضالاً عنيفاً تغلب عليه السرية من أجل القوة العسكرية فيما فوق الأرض .

وقد قام المواطن العادى — تاركين جانباً مجموعة كبيرة من الناس تتألف من السياسيين وموظفى الحكومة والعلماء والمهندسين والفلاسفة وغيرهم — بتحكيم عقله وعاطفته على هذا الأساس، فتعب من الاكتفاء « بأى شىء » ، لمجهودنا الفضائى.

وما دام الاتحاد السوفييتى لم يعد يذرُّ رماد الفضاء فى عيوننا بإطلاقات ناجحة من الأرض ، وما دمنا قد أحرزنا تقدماً كبيراً يدعو إلى الاحترام ، فإن الولايات المتحدة لم تعد تعانى من « فقد ماء الوجه » . فقد أنقذت كبرياؤنا المجروحة ، وعادت إلينا الثقة فى الطريقة الأمريكية لأداء الأعمال ، وأصبح معظم الأمريكيين يعتقدون أن تفوق السوفييت فى مجال الفضاء لم يعد حقيقةً ملموسة.

وقد أدى عدم الخوف من الغول الروسى إلى تخلُّفٍ سريعٍ فى برنامج الفضاء الأمريكى . فطالما كان الروس محتفظين بالتفوق الذى : (١) جعلنا نبدو أقل منهم كفاءة فى نظر العالم ، و (٢) هدد باحتمال حصولهم على امتيازات عسكرية من وراء مجهودهم الفضائى ، فإن قوانين المجازفة كانت تستند إلى القاعدة التى تنص على « لنرسل أى شىء » . لقد كان الممثلون المنتخبون وناخبوهم على استعداد لمساندة أى شىء يتطلبه « قهر الروس » .

وحتى فى خلال الأيام المظلمة التى مر بها مجهودنا الفضائى ، والتى كان الفانجارد فيها مجرد ذكرى ، كان بعض من موظفى الحكومة يعتقدون اعتقاداً راسخاً فى أن تفوق السوفييت فى الهندسة والرحلات التى يشملها برنامج

الفضاء كان خرافةً أكثر منه حقيقةً . والآن ، وقد قطعنا شوطاً بعيداً فى مجال الفضاء ، ابتداء من عمليات الطيران التى ركب فيها الآدميون سفن الفضاء ، إلى إطلاق أثقل حمولات صافية « أعلن عنها » ، فى التاريخ القصير للطيران الفضائى ، فإن هناك إصراراً على أننا قد وصلنا إلى كل هذا بسرعة كبيرة إلى حد أننا أصبحنا فى الواقع متقدمين كثيراً عن الروس .

وتبرز من هذا المنطق الاستنتاجى صرخة لا بد منها « لماذا الاندفاع ؟ وإلى أين نذهب بهذه السرعة ؟ ولماذا نصر على الذهاب إلى القمر على أى حال » .

على أنه يحدث أحياناً أن يخذلنا الروس بفضل نجاحنا . فإذا حدث أن تراخوا فى برنامج إطلاقاتهم ، أو فشلوا فى عمليات الفضاء البعيد (الأمر الذى تستقبله حكومة الولايات المتحدة بالتلميح الخفى) سارعنا إلى الاعتقاد فى أن الروس ينهارون فى أساس من الرمال بسبب تكنولوجيتهم التى تعجلوا فى وضع أسسها . فنقوم عندئذ بإطلاق سلسلة من الصواريخ إلى الفضاء بنجاح يلفت الأنظار . وهنا يعد المسرح لمرحلة جديدة فى الموقف الشعبى والرسمى ، يظهر فيها الاقتناع (إن صواباً وإن خطأً) بأننا قد بززنا الروس ، ونظل على هذه الحال حتى نفقد حليفاً له قيمته ، هو الدافع الحافز من الكونجرس والجمهور لجباية الضرائب .

وتشبه عمليات غزو الفضاء لسوء الحظ لعبة الأرجوحة التى تتخللها فترات مختلفة من التأكيد والاقتناع . فها هى إنجازاتنا الفضائية نستعرضها أمام عيوننا لنؤكد لمواطنينا أن الناز تقوم بأداء مهماتها بطريقة عملية بارعة صلدة . فتكتسح البلاد موجة من الرضا ، وتلقى الخطب المليئة بالفصاحة تذكرنا من آن لآخر بحيازتنا لقصب السبق فى مضمار الفضاء ، تذكرنا بأننا نخترق الفضاء بكل سهولة والكرة تحت قبضتنا القوية .

ثم لا نلبث أن نرى الروس يهبون كالشبح المخيف من قلب معركة الفضاء ليقذفوا خلاله مرة أخرى فى عملية أحرزت نجاحاً هائلاً ، فتثير فى

مجال الفضاء الأمريكى موجة من الارتباك . وها هى عملية طيران فوكشود (أكتوبر عام ١٩٦٤) التى كانت تزن ما يزيد على ١٥٫٠٠٠ من الأرطال ، وتحمل طياراً وملاحين اثنين من العلماء (فى بيئة كم القميص) ، تذكرنا لسوء الحظ بأن الروس ، سواء فى علوم الملاحة الفلكية أو فى عمليات الطيران الفضائية البشرية ، شعب متقدم ، يمتاز بقدرات هائلة ، ويشق طريقه فى ثبات. ولا شك أن المثل واضح تمام الوضوح .

وما السفينة فوكشود — وستتلوها عمليات أخرى يطير فيها ثلاثة من البشر ، فى رحلات تمتد إلى أسبوعين فى مدارات حول الأرض ، قد تتم قبل أن تطبع هذه الصفحات— ما هى إلا دفعة كبرى نحو عمليات الغد الفضائية . وقد كان هذا العمل منهم بمثابة القفزة التى دفعتهم أمام جميع مراحل برنامج جيمينى الذى قصد به إرسال اثنين من رجال الفضاء فى مدار حول الأرض . فقد أطلق الروس سفينة تعادل السفينة أبوللو فيما تتيحه من حيز بداخلها ، إن لم تزد عليها . وتم لهم ذلك بسفينة تزيد فى وزنها على أبوللو (بنسبة نصف وزن قالب التعليمات فى سفينة أبوللو الذى يزن ١٠٫٠٠٠ من الأرطال) . وقاموا بتلك العملية وكلهم ثقة فى أجهزة سفنهم فوكشود للإبقاء على الحياة . فقد أرسلوا رجالهم إلى الفضاء دون أن يزودوهم ببدل الضغط الاحتياطية .

ومن هنا نشبت معركة الأرجوحة فى إقناع شعبنا . ويبقى — أو يجب أن يبقى — لنا ما يكفينا من ذكريات مؤلمة تنذرنا بأن الروس يحتفظون بتفوقهم علينا فى بعض (ولربما أهم) مجالات الطيران الفضائى ، علاوة على أنهم لم يفقدوا قدرتهم العجيبة على إخفاء مفاجآتهم داخل أحذيتهم المبطنة بالفراء.

على أنه من الجائز أن نتوقع سلسلة من حالات الفشل الخطيرة فى كفاحنا من أجل القدرة فى مجال الفضاء ، ولو أن هذا يعد مجازفة من المؤلف ، إذ أن أى تنبؤ فى مجال الطيرانات الفضائية قد يكون على حساب السمعة . وسيكون

لزاماً على الحكومة الأمريكية ، إن عاجلاً أو آجلاً ، أن تعترف بأن الروس قد بدأوا منذ أواخر صيف عام ١٩٦٥ فى إطلاق سفن للفضاء لا تحمل بشراً وتبلغ حمولتها الصافية ١٥٫٠٠٠ رطل ، وأن إعادتها فى برنامج ناجح بلغ من الرصانة حداً مذهلاً . كذلك سيكون لزاماً عليها أن تعترف بأن السوفييت سيتابعون ما بدأوه مع سفينتهم فوكشود الأولى التى ظلت تدور حول الأرض مدة طويلة . فقد ذكر الروس أنهم قد أتموا رحلات فوستوك . وسوف يقوم رواد الفضاء الروس فى أثناء رحلات فوكشود بالخروج من السفينة ، ليلتقوا مع سفن فضائية أخرى ، وينتقلوا من سفينة إلى أخرى . فإذا استطاع السوفييت متابعة تقدمهم المنتظم تبعاً لبرنامجهم الفضائى ، فأغلب الظن أنهم سيتمكنون ، فى خلال عام ١٩٦٥ أو عام ١٩٦٦ على أكثر تقدير ، من إرسال أول سفينة فضاء تحمل إنساناً فى عملية طيرانية حول القمر يعود بعدها إلى الأرض .

وتعتبر الصواريخ الدافعة السوفيتية الحديثة من الأمور التى تحتل نفس الأهمية . وكثيراً ما يلجأ الروس إلى التضليل ، ويلتزمون الصمت فى أكثر الأحوال . بل لم يبد عليهم فى أى وقت من الأوقات أى إبطاء فى تنفيذ برنامجهم الفضائى . فلكم حاولنا فى مدى سنين أن نأخذ عليهم كذبة متعمدة عن مجهودهم الفضائى ، إلا أننا فشلنا فى ذلك . ولقد أكد العلماء الروس أن الصواريخ الدافعة للسفينة فوكشود وغيرها من السفن تولد قوة دفعية تزيد على قوة مركبتنا ساتيرن ١ ، وأن حمولاتهم الصافية تزيد على الحمولات التى أطلقناها بواسطة ساتيرن ١ . وهذا ما دعا إلى القول إن الولايات المتحدة قد أطلقت إلى المدار أثقل حمولات صافية « أعلن عنها » .

ولم يعد هناك أدنى شك فى أن الروس ينتجون من الصواريخ الدافعة ما يقع فى مرتبة صواريخنا ساتيرن ٥ (قوتها الدفعية ٧٫٥٠٠٫٠٠٠ رطل) . وها هو مارينر ٤ ، الذى أطلق من كيب كينيدى فى أواخر ١٩٦٤ كحمولة صافية إلى

المريخ ، يقل فى وزنه عن ٦٠٠ رطل. وقد كان ذلك أقصى ما كان يمكننا عمله فى ذلك الوقت ، فى حين أن الروس كانوا قبل ذلك بعام أو عامين يطلقون إلى الـكواكب البعيدة حمولات صافية بلغت فى متوسطها ٢٣٠٠ رطل. فقد كانت لهم القدرة فى عام ١٩٦٤ على إطلاق حمولات صافية تعادل ضعف هذا الوزن. وسوف تمكنهم صواريخهم الحديثة من زيادة كبيرة فى أوزان حمولاتهم الصافية التى يطلقونها إلى مدارات حول الأرض أو إلى القمر أو إلى الـكواكب .

إلا أن هذه ليست هى الحقائق التى تتاح للشعب الأمريكى ، ولا حتى لـكثير من قادتنا السياسيين ، مما أدى إلى كسر حدة الخوف من تفوق الروس فى الفضاء . وها نحن نشعر بما لهذا من آثار . فقد بدأ برنامجنا الفضائى يصاب بأعراض يخاف بعض العلماء من أن تتحول إلى ما يسمى « الفقر المالى » بعد أن وهنت حجة « قهر الروس ».

وقد ذكر الدكتور جيمس إدسون من العاملين بادارة النازا للأبحاث المتقدمة والتكنولوجيا فى أوائل عام ١٩٦٤ ، فى شىء من التأفف : « كانت الصدمة التى نجمت من اكتشاف أن باك رودجرز[1] كان روسياً ، بمثابة الطاقة النارية التى قذفت بنا إلى الفضاء . إلا أن الأثر الذى تحدثه هذه الطلقة لا يبقى لمدة عقد كامل . وها هو البرنامج الآن فى مرحلة الطيران الحر . إلا أننا فى حاجة إلى إنذار حافز سريع وإلا فقدنا قدرة البقاء فى المدار » .

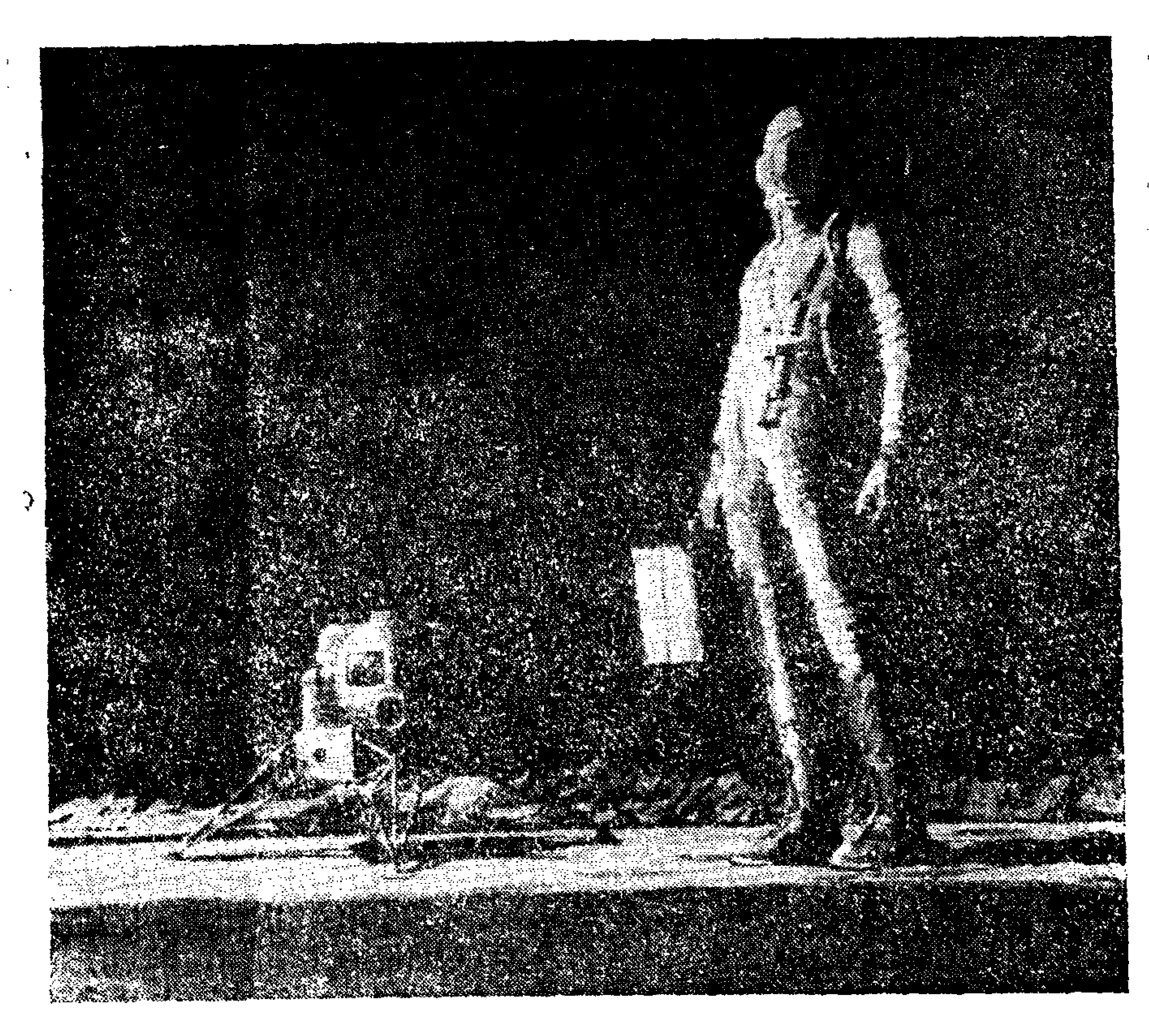
وأضاف الدكتور كويل الذى يعمل بمركز الطيران الفضائى التابع للنازا رداً على هذه الرغبة : « يقتضى اقتصاد الدولة أن تحتفظ بالمستوى الحالى لمتابعة برنامج الفضاء ، بمعدل واحد فى المائة من جملة الإنتاج القومى . فإذا أتيح لنا أن نُقنع الشعب بكسب تقدمه له على هذا الأساس ، استطعنا أن نحتفظ بهذه النسبة . أما إذا تحدثنا بلغة علمية لا يفهمها الفلاحون فى كنزاس فإننا لا نحصل على شىء منها » .

---

(١) Buck Rogers

ولهذا انحرف كثير من المهندسين والعلماء من مجالاتهم العادية بسبب انشغالهم فى مشكلة إيجاد طريقة للوصول إلى مزيد من تأييد الجمهور لجهودهم الباهظة التكاليف والتى تتصف بالشقاوة ، وهم يدركون تمام الإدراك أن الاستمرار فى عدم اكتراث الجمهور بالعملاق الفضائى الروسى يؤدى إلى جذب اهتمام الأمريكيين من الفضاء الواقع خارج جونا ، بالتركيز على أشياء أخرى أقرب إلى الحياة العادية . ويخاف هؤلاء العلماء من خطر انهيار برنامج الفضاء فوق قاعدة الإطلاق المالية إذا لم يحظ بتأييد الجماهير .

أما ذلك السؤال (لِمَ ؟) الذى يردده الناس فلا يمت إلى العلم بصلة ما . فقادة علمائنا قلقون أشد القلق على مصدر تمويل أنشطة الفضاء ، لا لأنهم يرغبون فى وقف التدخل فى أى من مشروعاتهم التى يرعونها ، ولكن بسبب



(شكل ٣)
ستأتى اللحظة الحرجة التى يقف فيها أول أمريكى على القمر ...

مانقتضيه طبيعة الجهود طويلة المدى من استمرار التدعيم ليكون النجاح حليفهم فى المستقبل .

وقد حذّرنا الدكتور إدسون فقال : « إن استخدام القمر يستطيع (ولا بد له من ذلك) أن يفوق أى انعكاس فى برنامجنا القومى للفضاء فى هذه الأيام. فلابد من أن تأتى اللحظة الحرجة عندما يقف أول أمريكى على سطح القمر — تلك اللحظة التى نقرر فيها ما إذا كان القمر سيصبح أنتاركتيكا أخرى — لعبة علمية باهظة التكاليف. فإذا صح هذا فلابد للقمر من أن يلقى مصير أنتاركتيكا.

« فإذا اتخذنا الخطوات اللازمة للاستعداد لما هناك ، فقد يصبح مثل جرينلاند التى كان لايف إريكسون قد عاد منها إلى الوطن ليروى قصصاً عن خرافة الأرض الخضراء التى تقع عبر المحيط ، فشجع غيره أن يحذو حذوه . ومع ذلك فقد كانت القيمة الحقيقية الكامنة لكشف أنتاركتيكا تزيد كثيراً على جرينلاند . فلابد لنا إذن من أن نضمن أن القمر لن يصبح أنتاركتيكا أخرى » .

ومما يحز فى نفس بعض المسئولين من أمثال الدكتور إدسون ظهور جماعة فى محيطه العلمى يتزايد عددها، دأبها مقاومة المجهود القومى، الباهظ التكاليف لإنزال بشر على سطح القمر . وقد واجه علماؤنا مشكلة تأييد الجمهور وجهاً لوجه . حتى فى داخل صفوفهم ظهرت فى السنوات الأخيرة أصوات (متزايدة) تعبر عن الاستياء والامتهان نحو البرنامج القومى لإنزال بشر على القمر . فإذا حاصرت جحافل النمل الأبيض تلك الجهود — كمشروع أبوللو — لتحرم البرنامج من وسائل التدعيم المالية ، فإن كثيراً من العلماء . ومنهم الدكتور إدسون ، سيقتنعون بأن ذلك سيكلفنا ثمناً باهظاً . ولما كنا قد رسمنا خطتنا فإن التعثر فى الطريق ، نتيجة لقصر نظرنا، قد لا يعنى التنكر للمستقبل فحسب بل سيؤدى بالتأكيد إلى أن نتحسس طريقنا بعينين تكسوهما سحابة كثيفة .

ويتطلب أى عرض لهذه المشكلة دراسة وافية لأهم وجهات النظر، أو على الأقل دراسة المواقف التى تبدو دقيقة فى التنبؤ عن تقدمنا فى المستقبل القريب. فهناك بعض العلماء يتمتعون بإدراك بديهى للشئون العالمية اليومية ، وينظرون بكل هدوء إلى « المشكلة » الحالية بشأن وضع ميزانية للفضاء ، ويشعرون أنها مجرد طارىء ذى أهمية ظاهرية لا يعدو أن يكون طوراً عابراً .

ويشعر هؤلاء العلماء أن الضجة القائمة حول احتمالات الذهاب إلى القمر، أو البقاء على الأرض ، لنرصف مزيداً من الطرق فى المدن الكبرى ، ليست إلا رد فعل لابد من أن نتوقعه بعد ما فرضناه من أولوية لجهودنا الفضائية لكى تكسب هذه الدولة مساواة فى شئون الفضاء مع الاتحاد السوفييتى. ويشترك المؤلف معهم فى الرغبة الغيورة أن يكونوا على حق فى هذا الاستنتاج الذى لم يكن أساسه البديهة فحسب، ولكن سلوك المجتمع العلمى المتحفظ ، الذى يتصف عادة بالهدوء .

وقد أعلن ما كسويل هنتر ، الذى يعمل فى مجلس الملاحة القومية والفضاء، فى ندوة فلكية حديثة (أواخر عام ١٩٦٣) على البلاد هذه النقطة فكان لها تأثير قوى . فقد ذكر بعد فترة طويلة من الجدل العنيف حول أنشطتنا خارج الأرض، قائلاً :

« العيش على الكواكب الأخرى عبارة حققها الزمن من القصص العلمية التى تشير إلى الوسيلة التى يستطيع بها رواد الفضاء تحويل المواد الموجودة فى كوكب غريب إلى جو يتيح لهم العيش عليه . فلو أن اجتماعاً من هذا النوع قد عقد منذ بضع سنوات لأنطق فيه بهذه العبارة لهب الناس وقوفاً ليتركوا المكان. وقد كان من دواعى سرورى أن لم يفعل هذا واحد منكم فى اجتماع اليوم ».

ويميل المستر هنتر إلى الجانب التشاؤمى ، فقد بذل جهداً كبيراً فى إبراز الأسباب التى بنى عليها استنتاجاته التى تتعارض بشدة مع زملائه العلماء المتفائلين. وهو مقتنع بأن المشاكل التى تبدو معرقلة لمحاولاتنا فى وضع برنامجنا الفضائى

على أساس رصين وعملى ، هى مشاكل لامفر منها وفى الإمكان حلها .

وقد قال : « إن هناك دائماً شيئاً ما. فإذا لم يكن هناك برنامج محاربة الفقر، فهناك برنامج القذائف الدفعية عابرة القارات. فإذا حاولت أن تضع مقدماً أية خطة قيل لك فى صورة نصح أبوى: لا تضعها هذا العام... لننتظر حتى العام القادم. فليس فى وسعك أن تكون منطقياً مع القيود المفروضة على التخطيط المبكر .

« وقد قضيت فى هذا العمل وحده عشرين عاماً . فلما بدأته كان من المستحيل تخطى سرعة الصوت. والآن ها نحن نقوم بجد بوضع خطة لبيع تذاكر للسيدات والأطفال الأبرياء ليطيروا على طائرات تفوق سرعتها سرعة الصوت ».

ولا يعتقد أى عالم جاد ، أو أى فرد يدرك شيئاً عن تاريخ الجنس البشرى والتزاماته ، لا يعتقد فى الواقع ، ولو للحظة ، أننا قد نوقف ، على حين فجأة ، تكنولوجيتنا التى ما زالت طفلاً يحبو . حتى أولئك الذين يعارضون بعض المشروعات ، مثل مشروع أبوللو ، الذى يهدف لإنزال اثنين من البشر على سطح القمر قبل نهاية هذا العقد ، لا يجادلون فى الغرض من بذل المجهود الذى يتكلف عدة بلايين من الدولارات . فهم لا يجادلون فى الهدف ، ولكن فى الطريقة التى نتبعها لتحقيق هذا الهدف القومى . وقد قام هؤلاء، لأسباب عديدة ومتنوعة ومتعارضة ، بتقديم النصح بالاعتدال فى معدل التقدم نحو الوصول إلى القمر . وهم ينادون بوجوب الحرص والتقيد ، اللذين لا حد لهما ، فى برنامج القمر . إلا أنه من حسن الحظ أن ليس فى وسعهم أن يفرضوا علينا هذا الاختيار.

وقد قمنا ، ونحن ندرس مستقبل البشرية فى الفضاء — الذى يعد أخطر تحد نواجهه منذ بدأ الجنس البشرى يسيطر على استخدام النار — قمنا بدراسة عديد من ميادين الجدل . إذ أن أى تخطيط لا تدخل فى حسابه مشاكل المستقبل التى ستنزل بكوكب يعيش عليه ما بين خمسة وعشرة بلايين من البشر، هو بلاشك تخطيط قد ينهار لعدم كفاءته ، إذ لا بد من أن نأخذ فى الاعتبار احتمالات تفجر

السكان وآثاره على أى مجهود تكنولوجى ، مهما بلغ من الضخامة قبل أن يتحقق هذا التفجر ، إذا أريد تجنب ردود فعل مضادة .

وقد ذكرنا قبل ذلك أن غزونا للفضاء لم يكن نتيجة لتطوير علم معترف به من أجل العلم ذاته ، ولو على أساس ما يرجى منه فى المستقبل ، ولكنه كان نتيجة حتمية لرد الفعل الذى أحدثه إطلاق سفينة الفضاء السوفيتية . كما أننا لم نصل إلى إمكانياتنا الفضائية بسبب بعد نظر ثاقب منا ، بل كان ذلك رد فعل لموقف نشأهنا على سطح الأرض وتكشف لنا بطريقة مذهلة فيما فوق الأرض. وبذلك يكون دخولنا مجال الطيران ، سواء فى مدار حول الأرض أو بين الكواكب ، قد بنى على أساس خاطىء .

ولنتساءل الآن كيف نقف تجاه برنامج الفضاء بعد أن انكمش عملاق الفضاء الروسى إلى حجم مقبول ، بغض النظر تماماً عما أحدثته فينا إطلاقات سبوتنيك ولونيك من رد فعل ؟ وربما كان هذا وحده أهم سؤال حيوى نواجهه . ثم كيف يكون موقف تكنولوجيتنا الفضائية دون خوف من أن تكون أهم مستلزمات السفر فى الفضاء ؟

على أنه يبدو أن الإجابة كلها لصالحنا . فهناك من الأسباب مايكفى للاعتقاد بأن رد الفعل الأول للإطلاقات السوفيتية كان سبباً فى خلق تكنولوجية أمريكية حديثة قوية قدمت لنا نتائج باهرة ظاهرة للعيان لم نعد معها فى حاجة إلى دافع مصطنع .

وقد أوضح الدكتور دونالد هورنيج ، السكرتير الخاص للرئيس لشئون العلوم والتكنولوجيا[1] ، بما لايقبل الشك ، أن الولايات المتحدة قد وكل إليها

---

(١) ورئيس المجلس الفيدرالى للعلوم والتكنولوجيا ، ومدير إدارة العلوم والتكنولوجيا فى الإدارة التنفيذية التابعة للرئيس ، ورئيس اللجنة الاستشارية للعلوم التابعة للرئيس .

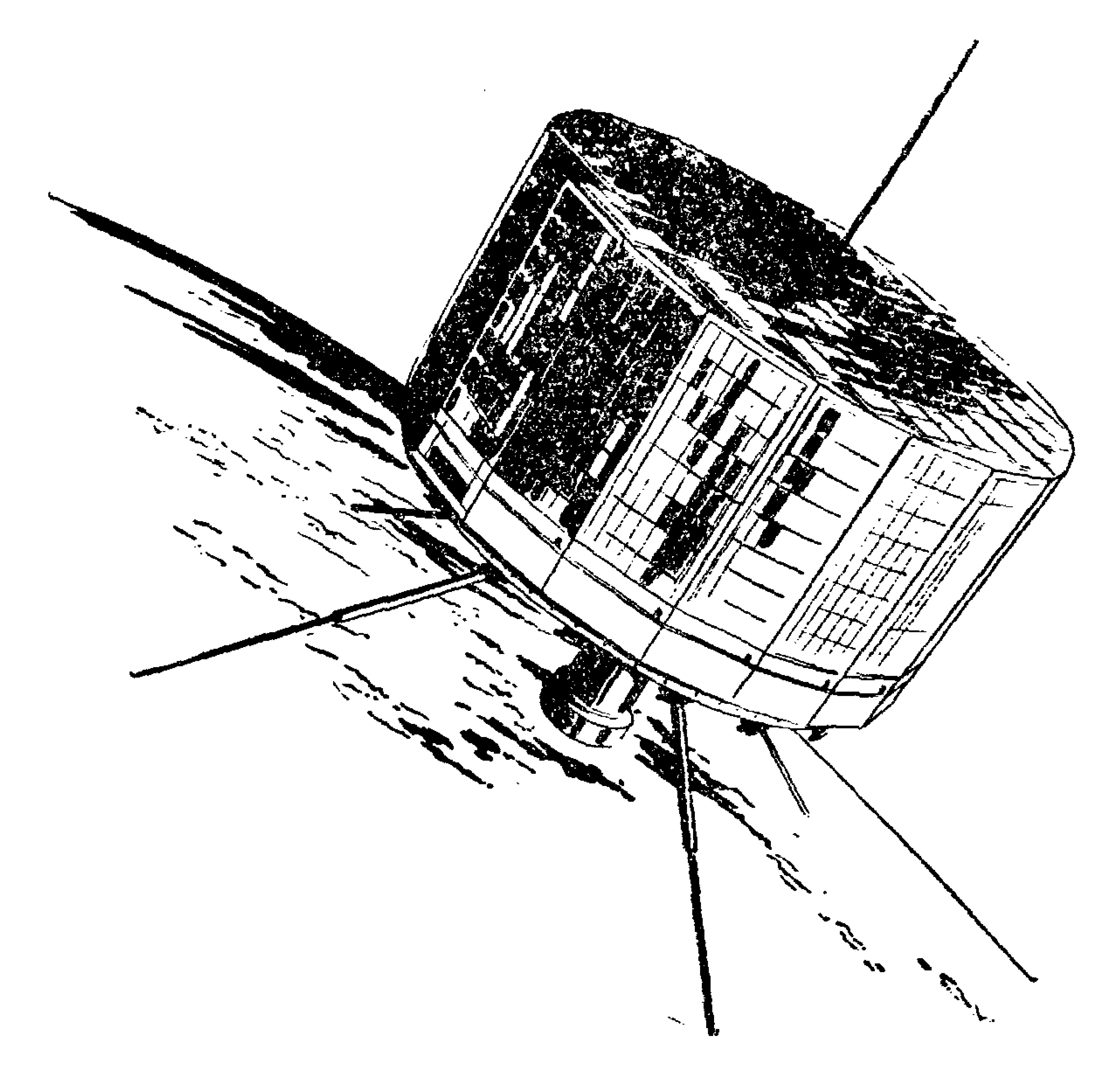
كشف الفضاء واستغلاله ، وأن التنافس مع الاتحاد السوفييتي لم يعد من العوامل اللازمة لدفع عجلة الفضاء الأمريكية .

ويذكر الدكتور هورنيج أن تقسيم أنشطة الفضاء بين النازا والسلاح الأمريكي ليس في الواقع تقسيماً على الإطلاق ، ولكنه مجرد مرآة تعكس عنصرين منفصلين ضمن عناصر أخرى عديدة ، تشكل برنامجنا القومي للفضاء، وتعمل كلها في سبيل تحقيق القدرة الفضائية القومية .

وقد ذكر الدكتور هورنيج ، بغض النظر عما تحدثه المنافسة الروسية على مجهودنا الفضائي من أثر ، سواء في يومنا هذا أو في المستقبل : « إنه من غير المعقول ، في الوقت الذي تستطيع دولة ما أن تفعل شيئاً في مجال كشف الفضاء وتزيد من معرفتها عنه ، أن نتغاضى ولا نفعل شيئاً » .

وما مدى التقدم في المجهود الفضائي القومي من حيث القدرات التكنولوجية والعلمية وما يبشر به في المستقبل ؟ هاهو الدكتور هورنيج يجيب على هذا السؤال دون بتر للكلمات حين يقول « تقدم بارع ! نعم هناك مشكلات وكل فرد يعلم ذلك ، إلا أننا قد مُنِحْنا ، منذ عام ١٩٥٧ ، إدراكاً لم يكن لدينا من قبل عن بيئة الفضاء القريب من الأرض . فهناك مجموعة كاملة جديدة من الآراء والإحساسات عن الفضاء المحيط بنا ، لا بين العلماء فحسب ولكن عند الجمهور العادي أيضاً . ولنضرب أمثلة لذلك بأحزمة فان ألن الإشعاعية ، والمجالات المغناطيسية ، والرياح الشمسية ، إلى غير ذلك .

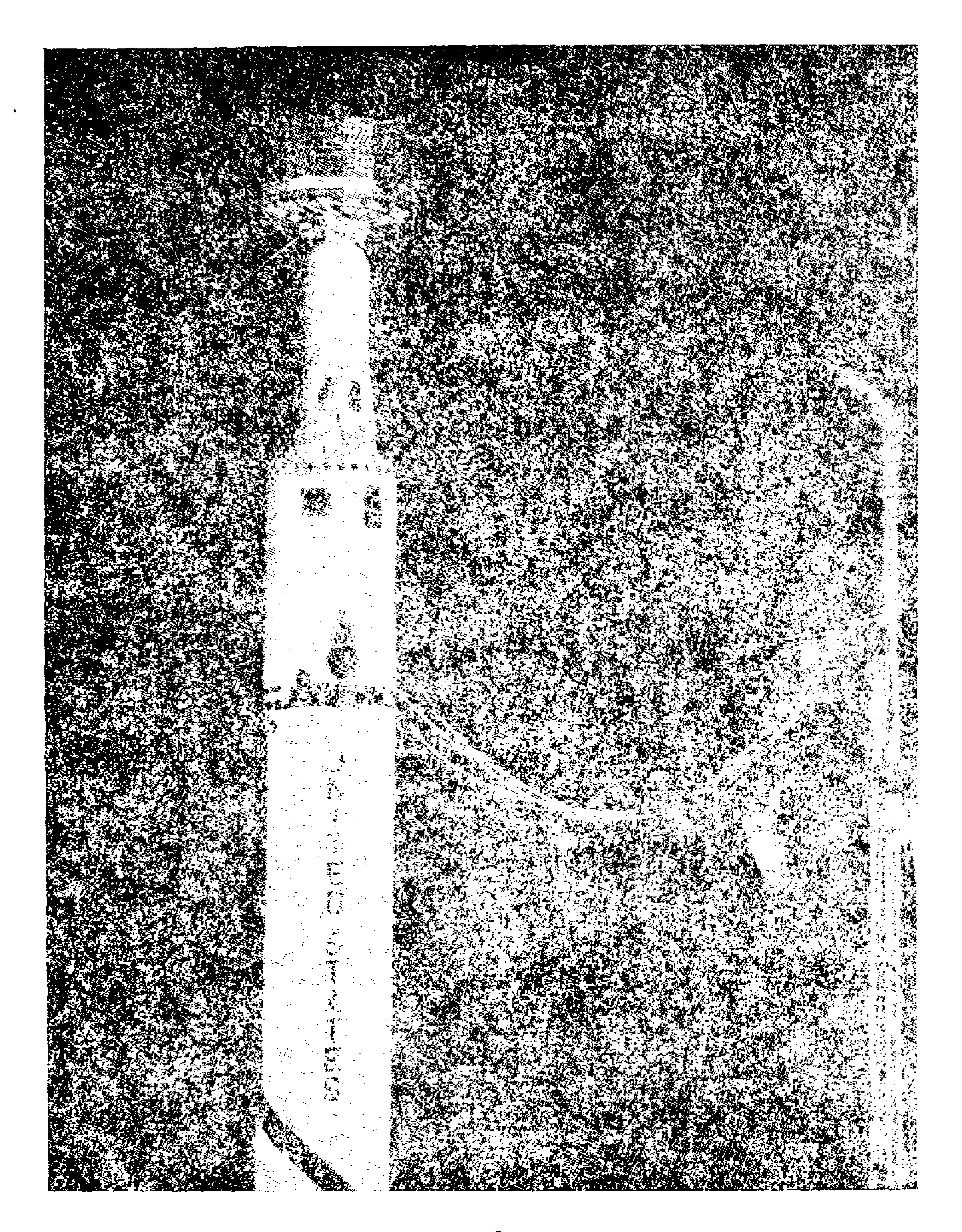
« كما أصبحت لدينا ، علاوة على ذلك ، تطبيقات عملية للفضاء تتمثل في شبكات الأقمار الصناعية العملية ، مثل تيروس للطقس . . . ولا أعتقد أن واحداً يستطيع أن ينكر التقدم الواضح والسريع في هذا المجال . على أن بعضاً من أعظم الأشياء التي وقع بصرنا عليها لازالت في الطريق إلينا . ومع ذلك فلا أرى سبباً للاعتقاد أننا قريبون من نهاية المطاف في مجال الفضاء » .



(شكل ٤)
القمر الصناعى المتيورولوجى تيروس

ومن المهم أن ندرك أن الفضاء ليس شيئاً ملموساً ، فهو «مكان» . فليس هناك قانون سحرى فى انتظارنا فوق الأرض ، أو مادة سحرية من نوع ما ، يخفف أو تخفف من عملنا الذى يهدف نحو التقدم السريع نحو المستقبل . فإن سير الحوادث فيما فوق الأرض لا يمت بصلة إلى البيئة . على أن التحدى قائم . وقد قبل الإنسان القفاز الذى ألقى أمامه .

وها هو المفتاح الذى يعالج به أعظم التحديات والمجازفات — فالإنسان هو المتحدِّى والمتحدَّى . والإنسان هو الذى سيحدد سرعة سير الحوادث ومعدل التقدم اللذين لا بد له من أن يقابلهما فى الفضاء والمستقبل .



(شكل ٥)

القمر الصناعى تيروس أعلى الصاروخ فى مرحلة الاختبار
قبل الملاحة ، وبذلك نحقق حلم القصة العلمية .

والسرعةالخاطفة هدف عصرنا الحاضر . وإنه لمن الحق دائماً أن الزمن فى صالح السريع . وهى حقيقة تبدو والآن أكثر قوة من ذى قبل .

إلا أن هناك فيما بيننا ، كما كان من قبل ، وما سيكون فى المستقبل ، أناس ساخرون ، ينادون على الدوام بعدم إمكان عمل شىء ما ، وبأن محاولاتنا فى سبيل كشف المجهول ، مهما بلغت ، يجب أن تبذل بحذر شديد ، وبأبطأ سرعة ممكنة (إذا كانت هناك سرعة على الإطلاق) . إلا أنه كان من حسن الحظ أن طغت أصوات المنادين بضرورة السعى إلى المستقبل على هذا الفريق الخامل التفكير إلى حد استطعنا معه أن نصمد ، وأن نسرع خطانا فى التقدم العلمى فى السنوات الأخيرة على وجه الخصوص .

ولا يوصف ما علينا أن نواجهه فى المستقبل القريب بأقل من أنه خارق للعادة . وربما كان أغرب مظهر من مظاهر السنوات القادمة أننا مازلنا ، بالرغم مما كسبناه أخيراً من منح وعلوم وقدرات ، عاجزين عن إدراك المعجزات التى تنتظرنا إدراكاً كاملاً . وفى هذا قال الدكتور روجر ريفيل ، الذى يعمل بمعهد سكريبس لعلوم البحار ، قال أخيراً :

« فى اعتقادى أننا لن نستطيع أن نتنبأ فى الوقت الحاضر عن النتائج العلمية والتكنولوجية والاقتصادية التى سنحصل عليها فى السنوات العشرين القادمة . إلا أنها ستبدأ فى الظهور واحدة بعد الأخرى بطريقة تدعو إلى الفخر بسبب ما قمنا به من رعاية هـذا « الطفل » أو « المراهق الصغير » فى أثناء مرحلته الدقيقة.وقد دب فىَّ بصفة خاصة حماس شديد لإمكانيات الحياة على الكواكب الأخرى . ويبدو لى أن العثور على نوع من الحياة فى المريخ يستحق منا المجازفة. إنه أمر يستحق ميزانية الدولة كلها ، فما بالك بواحد فى المائة منها . وهذا وحده أهم مشكلة تواجه البشرية : فهل توجد حياة فى مكان آخر غير الأرض ؟ وهل نحن وحيدون فى هـذا الكون ؟ وهل من الممكن أن تنشأ الحياة فى أماكن

مختلفة ، مستقلة فى كل منها ؟ هل نشأت الحياة على الأرض من أنواع أتت إلينا من الفضاء الخارجى أو بأى طريقة ؟ أو هل من النتائج الطبيعية لطبيعة المادة وقوانين الطبيعة والكيمياء أن تنشأ الحياة إذا كان الوقت يكفى لذلك ؟

« هذا الموضوع ، الخاص بأنواع الحياة التى يغلب أن نجدها فى كوكب المريخ ، نوع من المحاولات العلمية التى تؤدى إلى نتائج عظيمة ، روحية وعقلية وعاطفية ، إلى غير ذلك من مختلف النتائج »[1] .

والآن ماذا علينا أن نفعل فى السنوات القادمة بطريقة تعطى معنى لكشوفنا خارج هذا العالم، وعلى سطوح الكواكب الأخرى التى تدور حول الشمس ؟

هذا سؤال لا بد من أن يدرس باهتمام كبير . فهناك ، على نحو ما أكدناه فى مقدمة الكتاب ، هوة واسعة بين فريقين من العلماء — هوة من الجدل حول ما إذا كانت الآلات أو البشر هم الذين يحملون عبء السفر عبر محيط الفضاء .

ومن حسن الحظ أن هناك أسباباً ، لا يمكن الرد عليها ، تبرر قيام الإنسان بهذه المهمة . وها هو الدكتور جيمس ڤان ألن ، الأستاذ بجامعة أيووا الحكومية (ومكتشف أحزمة ڤان ألن الإشعاعية التى تطوق الأرض) ، يقدم لنا مجملاً مختصراً عن موضوع الجدل فيقول لمجموعة من العلماء .

« أتحدى أى واحد منكم أن يفكر فى آلة كان فى وسعها أن تقطع نهر المسيسبي وتأخذ أرصاداً كاملة عن طبيعة الولايات المتحدة كما فعل ماركيت وبوليبت بوسائلهما البدائية دون أن تكون معهما معدات تذكر . . . ولأقدم لكم مثلاً آخر ، قد يكون أقرب إلى أذهانكم وأكثر محلية . فلو أنكم قيدتمونى فى شيكاجو مثلاً ، ثم عصبتم عينى وأتيتم بى إلى هذه الغرفة (فى وشنطون العاصمة) ،

---

(١) موضوع نوقش فى لجنة العلوم والملاحة الجوية المنبثقة من مجلس النواب الأمريكى فى دورته الثامنة والثمانين ، يناير ١٩٦٣ .

وفككتم رباط العينين، ففى وسعى أن أقول لكم بكل جرأة ، وفى خلال ٥٠ ثانية ما يجرى هنا . وبودى أن أرى ما تستطيع أية آلة تختارونها أن تفعله إذا طلب منها ذلك .

« وفى اعتقادى ، على ضوء هذين المثلين المحليين ، أنكم موافقون على أنه سيأتى الوقت الذى تبلغ فيه الأرصاد والأبحاث حداً من التعقيد والتنوع تعجز عنده الآلة ، كجزء من جهاز على ، عن أداء ما يطلب منها ، مما يستلزم تكليف إنسان حى للقيام بالمهمة عند حدٍّ معين » .

ولننظر إلى هذا الأمر من وجهة أخرى . فمن أين يمكننا الحصول على « آلة حاسبة لها قدرة ذاتية على الصيانة تحوى بداخلها وسيلة لإصدار قراراتها ويستطيع إنتاجها عمال غير مهرة » ؟

الفصل الثانى

موجة تحطيم

قال الفيلسوف « إن الإنسان ، من الناحية الفلكية ، كمية مهملة » . فرد عليه عالم النفس قائلاً « من الناحية الفلكية الإنسان هو الفلكى » .

لم يكن الترحيب دائماً نصيب الإنسان فى الفضاء . فقد شن كثير من العلماء حرباً دائمة يفاضلون فيها بين أوزان الإنسان وأوزان حزمة أنيقة من الترانزستورات والأسلاك والآلات . وفى رأيهم أن الإنسان هو الخاسر . فهم يرون أن الإنسان طفيلى أكثر منه راكباً مفيداً له قيمته فى مركبة باهظة التكاليف تدور حول الأرض . ويفضلون أن يكتفى الإنسان فى طيرانه على الارتفاعات الديناميكية الهوائية ، أى فى حدود الغلاف الغازى الذى يحيط بالأرض ، حتى لا يربك برامجهم للدراسات الآلية لما يقع وراء هذا الجو .

وقد يبدو هذا غريباً فى نظر عشرات الملايين من الناس الذين شاهدوا على شاشة التليفزيون رواد الفضاء . الأمريكيين وهم يندفعون من الأرض ، ثم صفقوا بحرارة يغلب عليها المرج للرجال الذين انطلقوا فى النهاية إلى الفضاء . إلا أن حقيقة الأمر أن الإنسان دخل الفضاء ، لا بدق الطبول ، ولكنه دخله بهدوء من الباب الخلفى . فقد ظهر متأخراً على مسرح الفضاء ولو أن هذا قد يبدو غريباً فى بلد أخذت ببطولة روادها.

ولم يكن توانيه فى اقتحام الفضاء نتيجة لنقص فى قدرات الرجال الذين أناروا الطريق إلى الطيران المدارى . وإنما كان المانع نقصاً فى الثقة ، من جانب كثير من العلماء ، بالمهارات ذاتها التى استعرضها روادنا الأوائل أثناء طيراناتهم المدارية — مهارات برهنوا على وجودها بطريقة مسرحية واضحة . فلو أنهم

كانوا يفتقرون إليها لكان مصير سفينة الفضاء التى اندفع بها الرجال خلال الفراغ ، ونصيب راكبها ، الموت المحقق نتيجة خلل ميكانيكى .

ولقد قام نزاع طويل بين فريقى محبذى الآلة ومُحَبّذى الإنسان من حيث الطريقة التى يجب أن نكتشف بها أسرار الفضاء . فقد كان كثير من العلماء ، قبل أن يطير يورى جاجارين ، أو جون جلين ، يدركون إدراكاً قاطعاً أن الأجهزة الآلية ، مهما بلغت من الإبداع ، لن تصل إلى درجات الوثوقية التى يتمتع بها الإنسان . كانوا يدركون أن الأجهزة الآلية لن تستطيع إصلاح خطأ فيها ، أو مواجهة المفاجآت ، وأنها لن تستطيع فى مهمتها التى توكل إليها أن تؤدى إلا أعمالاً مبرمجة فى عقلها الميكانيكى الغشيم .

فلماذا إذن قامت هذه المعارضة العنيفة ، التى كان لها أثرها لفترة ما ، ضد دخول الإنسان فى أجهزة الفضاء ؟ ولم يكن جدل العلماء يدور حول تفوق الآلات على القدرات الفطرية فى الإنسان ، ولكن حول عجزه عن مقاومة القوى والإجهادات العنيفة التى تصحب الطيران الفضائى ، إذ أن ضعفه يتطلب كثيراً من معدات الوقاية . وبذا نكون ، كما يجادل هؤلاء العلماء ، قد عملنا على تحطيم هدفنا من إرسال مركبات إلى الفضاء .

فالإنسان يحتاج إلى قدر كبير من الوقاية ، يستدعى بناء مركبته برمتها ، بحيث يستطيع فيها مواجهة ضروريات البقاء . فماذا تكون النتيجة ؟ كتلة من اللحم والدم تكتظ بمجموعة من الأجهزة الميكانيكية ، ولا تعود علينا إلا بالقليل مقابل إنفاق ضخم من المال والوقت والمعدات .

والإنسان على الأرض ، بعبارة أخرى ، مخلوق لطيف ، ولكنه فى الفضاء مسئولية كبرى . ومن هنا برزت الحاجة إلى مجموعات من الآلات التى تستطيع الكشف عن الإشعاعات والضوء وأمواج الراديو ، وغير ذلك من القوى التى تخرج عن حدود الأمل فى قدرة الإنسان على الكشف عنها .

وقد أدرك العلماء خطورة المشاكل التى علينا أن نتغلب عليها عند بناء أجهزة آلية تمتاز بوثوقية حقيقية . ومع ذلك فقد اقتنعوا بأنه من الأسهل والأصلح أن يتغلبوا على هذه المشاكل بدلاً من أن يتحسسوا الخطى فى عطفة الإنسان العاجز الضعيف وهو فى الفضاء .

وقد تقدم الدكتور جايفورد ستيفر (نائب رئيس قسم الهندسة بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ، ورئيس اللجنة الاستشارية القومية التابعة للجنة الخاصة للملاحة الجوية الخاصة بتكنولوجيا الفضاء) بشهادة أمام لجنة منبثقة من الكونجرس قال فيها : « إنه لا يعتقد أن الإنسان يستطيع أن يقوم بأى نوع من الطيران الفضائى لفترة طويلة قادمة » . وكانت شهادته هذه بمثابة إلقاء ماء بارد على فكرة طيران سفن الفضاء المحملة بالبشر عندما أضاف « قيل الكثير عن وضع إنسان فى الفضاء . على أنى أقصد طيرانات يقوم بها إنسان داخل قمر صناعى ، أو إنسان داخل سفينة قمرية . وفى اعتقادى أنه لابد من مضى وقت طويل قبل أن نتمكن من تحقيق هذا الهدف .

« وعلينا أن نجرى كثيراً من التجارب قبل أن نعرف ما إذا كان من المستطاع أن نرسل الإنسان للفضاء سالماً ، وأن نعيده سالماً . أقول : ما إذا كان من المستطاع . وإنى أثق تماماً بأن ذلك سيكون مستطاعاً بمرور الزمن . وإلا فإنه علينا أن نفعل الكثير قبل أن يتحقق هذا .

« ومع ذلك فلدينا سؤال آخر ، كما أشرت من قبل ، عن الداعى لإرسال إنسان إلى الفضاء » .

وقد كرر الدكتور ستيفر كلامه بعد ذلك فى بيانٍ رسميٍ عندما قال : « لم نتأكد حتى الآن من سبب رغبتنا فى أن يذهب إنسان إلى الفضاء » .

كما دعا الدكتور سايمون رامو ، رئيس معامل تكنولوجيا الفضاء التابع لشركة « رامو — وولد ريدج » ، فى مايو عام ١٩٥٨ ، دعا إلى وضع

قيود شديدة على فكرة برامج سفن الفضاء المحملة بالبشر . وقد أوضح الدكتور رامو أن « القوة الدفعية التي يتطلبها أطلس وتيتان تسمح بإطلاق حمولات صافية إلى المدار ، تكفى لنقل الأجهزة المطلوبة لتطيير الكلاب فى المدار . أما الموقف من حيث طيران سفن تحمل بشراً فيختلف بعض الشيء. فمن حيث قدرة الإنسان على مواجهة مشاكل الفضاء الخاصة ، لدينا بعض الدلائل التجريبية الشظوية والأساس النظرى القوى لفرض قدرة الإنسان على البقاء حياً فترة طويلة من الطيران فى الفضاء . إلا أن مايحتاجه الإنسان فى الفضاء بصفة عامة ، للبقاء حياً ، وضمان عودته سالماً إلى الأرض أو فى أى مكان آخر يعنى تعقيداً فى الأجهزة وزيادة كبيرة فى الوزن . وها هى الأجهزة المعدنية ، التى تصحب القذائف الدفعية عابرة القارات ، هامشية إلى حد ما حتى لأبسط عمليات الطيران الفضائية الحقيقية التى يشترك فيها الإنسان . فهى لذلك فى حاجة إلى شيء من التعديل أو الإضافة » .

وقد أضاف الدكتور رامو أن إرسال إنسان إلى الفضاء فى مقدمة صاروخ عابر للقارات من طراز أطلس يقتضى زيادة فى الحمولة الصافية تعادل مرتبة واحدة من المقدار على القذيفة عابرة القارات . وعلاوة على ذلك فلابد من الوصول إلى طريقة جديدة لقيادة آلات القذيفة الصاروخية بسبب العجلات الكبيرة التى لايتحملها الركاب الآدميون » .

وقد أثبتت الحوادث أن الدكتور رامو يفتقر إلى قدرة التنبؤ التكنولوجى. فبالرغم من التشاؤم الذى بدا فى عبارات الدكتور رامو ورفاقه ، فقد وضعت الخطط فى الولايات المتحدة (وبسرعة أكبر فى الاتحاد السوفييتى) ، لا لمجرد إرسال رجل واحد إلى الفضاء بل مجموعات من الرجال فى طيرانات مستقلة . فلم تمض سوى ثلاث سنوات إلا شهراً واحداً على إبداء الدكتور رامو لوجهات نظره حتى أطلق الاتحاد السوفييتى فوستوك ١ إلى المدار ، وفى داخله يورى

جاجارين . وبعد أربعة أشهر أخرى أتم جيرمان تيتوف طيرانه في الفضاء ، الذى استمر أكثر من يوم كامل . وبعد ستة أشهر من ذلك قام جلين بأول عملية طيران مدارى بشرى فى برنامج ميركورى .

وإنه لمن المدهش من رجل يتمتع بقدرة عظيمة ، مثل الدكتور رامو ، أن يحط كثيراً من قدرة قوة احتمال الإنسان ، دون حاجة للكلام عن قوة الدفع الرافعة التى يولدها الصاروخ أطلس .

فالصاروح « أطلس ـ د »، على سبيل المثال ، لم تلحق به أية مرحلة إضافية ليدفع إلى المدار سفينة الفضاء ميركورى التى يبلغ وزنها ٣٠٠٠ من الأرطال . ولم يقتض الأمر سوى تعديل طفيف ليتمكن من إرسال كبسولة ميركورى إلى الفضاء بوثوقية تبهر الأبصار ، لالعدم إتاحة القوة الإضافية ، ولكن لعدم ضرورتها . بل إن نفس الصاروخ أطلس فى صورته المعدلة « أطلس ـــ ف » استطاع أن يدفع إلى المدار حمولة أكبر بكثير مما دفعه سلفه «أطلس ـــ د » .

كما لم يلزم إجراء تعديل كبير فى أجهزة تسيير الصاروخ أطلس ليدفع برجل إلى المدار . كما أن العجلات الكبيرة فى طيران الصاروخ ، التى كانت موضع قلق الدكتور رامو ، كانت فى حدود تحمل رواد الفضاء . وقد كانت النهاية العظمى للعجلة ، التى واجهها الرواد فى أية عملية من عمليات الطيران المدارية التى شملها برنامج ميركورى ، أقل من « ٨ جـ » أو ثمانية أمثال الجاذبية الأرضية .

ومن الأسباب التى أدت إلى وقوع الدكتور رامو وكثير من رفاقه فى الخطأ فى تنبؤاتهم اعتقادهم فى أن القوى التى تؤثر على الراكب البشرى فى سفينة الفضاء من نفس النوع الذى يواجهه قائد الطائرة .

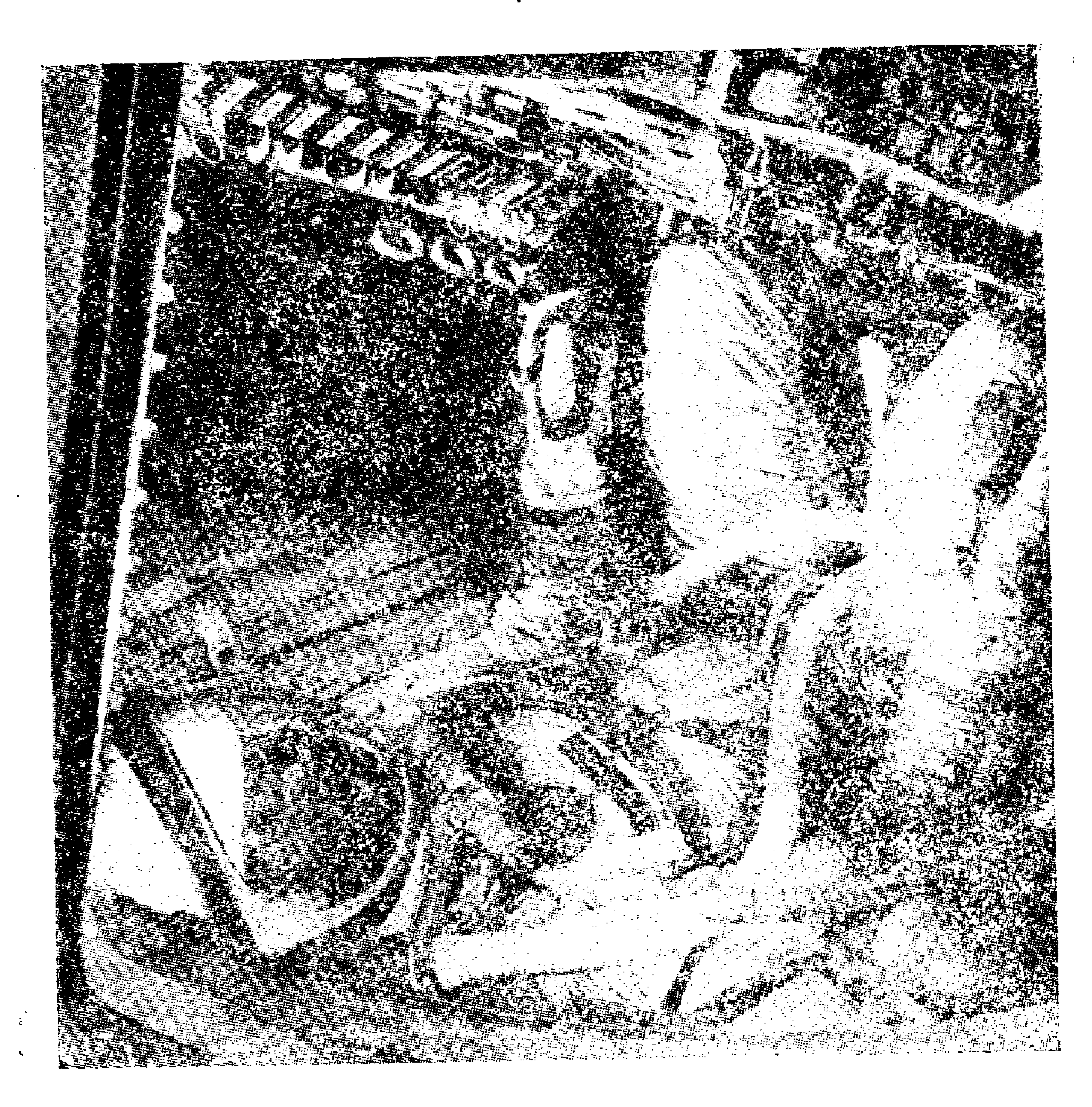
فالطيار الذى يندفع بعجلة قدرها « ٨ جـ » فى طائرة مقاتلة مثلاً ، سرعان مايحس بالمتاعب تحل به . إلا أن الرجل الذى نال قسطاً كبيراً من التدرب

يستطيع بسهولة أن يتغلب على « ٨ جـ » دون أن يلاقى صعوبة جدية إذا كانت فترة العجلة قصيرة. ولكن ماذا يحدث إذا استمرت «٨جـ» لفترة زمنية طويلة ؟ هنا تبدأ المتاعب .

فنيما بين القلب والمخ يمتد عمود من دم شريانى يبلغ طوله حوالى قدم واحد . يدفع القلب هذا الدم الغنى بالأكسجين إلى أعلى نحو العينين والمخ . فإذا كان الإنسان جالساً وتعرض لعجلة قدرها «٨ جـ» فى خط يمر خلال جسمه (العجلة الموجبة تتجه إلى أسفل من رأسه إلى نهاية السلسلة الفقرية) ، وأثرت عليه هذه العجلة لمدة عشرين أوثلاثين ثانية ، فقد الإنسان قدرته على البصر . إذ يعجز القلب عندئذ عن ضخ الدم الذى يزن ثمانية أضعاف وزنه العادى . فإذا لم يصل هذا الدم وما يحمله من أكسجين إلى العينين توقف الإبصار بسرعة . إلا أن الإنسان يبقى متمتعاً بوعيه ، ولكنه يعانى من الإعتام إذ تتحول الدنيا إلى اللون الرمادى ، ثم إلى الأسود . وهو بذلك يكون قد أصيب بالعمى المؤقت . ولا يلبث المخ بعد فترة وجيزة أن يشكو من نقص الأكسجين ، فيتوقف عن العمل ، ويفقد الإنسان وعيه تماماً .

ولا بد للطيارين أن يقاوموا قوى جذبية عالية فى وضع الجلوس . فلو أننا أخذنا قمرة طائرة مقاتلة ووضعناها ببساطة داخل كبسولة فضائية ، لتحققت مخاوف الدكتور رامو فى لحظة . فإذا اضطر إنسان أن يقاوم عجلة قدرها « ٨ جـ » أو « ١٠ جـ » مدة دقيقتين تحت الظروف العادية فى الطائرة المقاتلة فليس هناك أدنى شك فى أنه سيموت أو يصاب بشلل خطير . فلم يصمم مخ الإنسان ليبقى حياً هذه الفترة الطويلة بدون الدم والأكسجين .

إلا أنه ليس هناك ما يلزم الإنسان بالجلوس فى سفينة الفضاء أثناء الفترات التى تظهر فيها العجلات الكبيرة. فإذا أخذنا القيم القديمة، وحاولنا ببساطة أن نعيش تحت الظروف الجديدة بهذه القيم ، كان من السهل علينا أن نقع فى المتاعب .

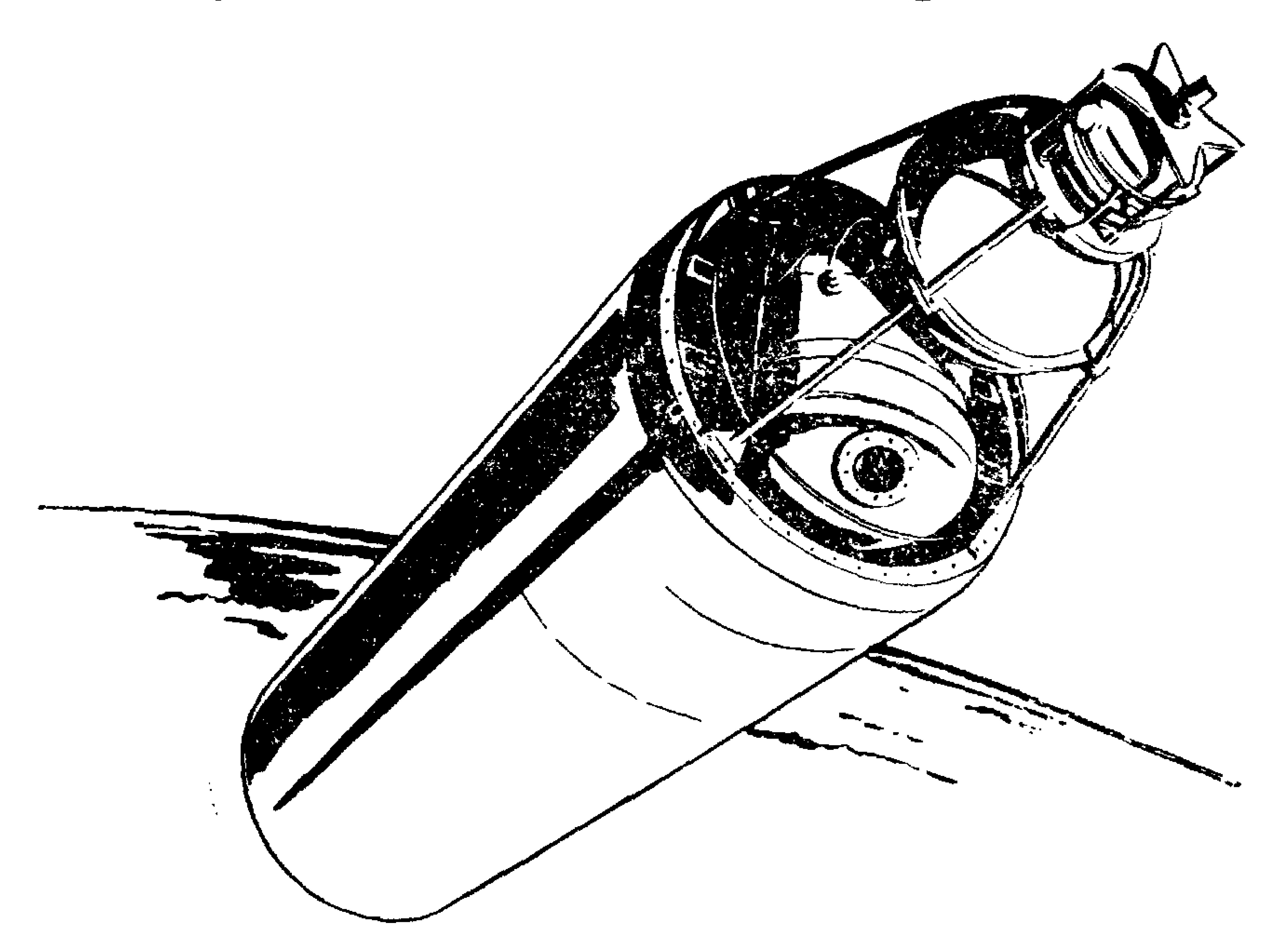


(شكل ٦)
رائدالفضاءجوردون كوبر فى وضع شبه استلقائى
داخل سفينة الفضاء ميركورى

ولهذا لايذهب رواد الفضاء إلى المدار وهم جلوس فهم يضطجعون فى وضع شبه استلقائى وسيقانهم مرفوعة ، وأجسامهم فى وضع تمتص فيه قوى العجلة من مقدمة الصدر إلى الظهر . وفى هذا الوضع لا يضخ القلب الدم إلى أعلى ، فلا يضطر إلى مقاومة قوة الجاذبية ، ولا حتى قوى العجلات الكبيرة على النحو الذى لابد منه فى حالة الجلوس . فالدورة الدموية تجرى فى مستوى أفقى ، وتستمر الدورة دون صعوبة تحت ظروف قد تؤدى إلى قتل الإنسان الجالس. ومن أجل هذا غيرنا وضع جسم الإنسان فى مركبة الفضاء التى كلف بتطييرها.

وما كان مميتاً أصبح كامل الأمان والمقبولية. وأصبح الاختلاف على البقاء (من حيث العجلة) لا يعدو هذا .

وقد كان هناك بالتأكيد آخرون كثيرون نددوا باقتراحات وضع برنامج ضخم للطيران الفضائى فى سفن تحمل بشراً . وفى مايو من عام ١٩٥٨ وصل مستقبل الطيران الفضائى البشرى إلى معبر حرج . ففى هـذا الشهر استدعى أكبر الثقاة تـكنولوجيا الطيران وصناعة الصواريخ والطب أمام لجنة خاصـة انبثقت من الـكونجرس ، عبروا أمامها عن وجهات نظرهم وأجابوا على آلاف الأسئلة التى وجهت إليهم من الأفراد الذين كان عليهم أن يدلوا بأصواتهم عن سلامة برامجنا الفضائية القومية. وكانت روسيا فى هذا الوقت قد أرسلت قمراً صناعياً إلى المدار يزن ١٢٠ر١ رطلاً (سبوتنيـك ٢) ويحمل الـكلبة لايكا . حتى صاروخه الذى كان يبلغ طوله حوالى ٧٠ قدماً ، وربما كان وزنه يبلغ أربعة أو



(شكل ٧)
سبوتنيك «٢»

ستة أطنان ، هو أيضاً أتخذ له مداراً . وقد كانت بشائر نجاح الاتحاد السوفيتى وفشل الأمريكيين فى سلسلة من العمليات ، فيما عدا عمليات قليلة أطلقنا فيها أولى أقمارنا الصغيرة ، دافعاً لـكفاح ممثلينا المنتجين لتحديد ما يجب أن تكون عليه سياسة الولايات المتحدة إزاء الـكشف عن أسرار ما وراء هذا العالم .

وإنه لمن المدهش ، بهذه المناسبة ، أن نرى عدداً كبيراً من المتعلمين ينظرون إلى برنامج الفضاء البشرى بعين الشك بالرغم من النجاح المشهدى الذى أحرزه رواد الفضاء الأمريكيون والروس . حتى أولئـك الناس الذين اقتنعوا بأن الإنسان يستطيع العيش كانوا يرون أن بقاءه حياً لم يكن يستحق كل هذا المجهود الذى كانوا ينظرون إليه على أنه مضيعة جسيمة للوقت والمواهب .

وقام فريق من الـكونجرس بسؤال الميحور جنرال دالى ، مدير إدارة البحث والصناعة بجيش الولايات المتحدة ، عن المدة التى يتطلبها بناء وحدة كاملة تتـكون من صاروخ وسفينة فضاء فى وسعها أن ترسل إنساناً فى عملية طيران يقطع فيها عدة آلاف من الأميال عبر القارات لا فى مدار حول الأرض .

فأجاب الجنرال قائلا إنه لو أن البرنامج كان يهدف إلى هذا الهدف بالذات فقد يحتاج الأمر إلى « خمس أو عشر سنوات » . ومع ذلك فلم تمض أربع سنوات بعد ذلك حتى كان جون جلين يطير فى مدار حول الأرض .

وقد كان الدكتور لى دوبريدج ، رئيس معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا وأحد علماء العالم الذين يحظون بقدر عظيم من الاحترام ، كان يعارض بصفة خاصة وضع برنامج قومى لإرسال إنسان إلى الفضاء . وقد أجاب على أسئلة ألقيت عليه فقال :

« ليس من المنظور أن نضيف الى المعرفة العلمية شيئاً عندما يسافر الإنسان إلى الفضاء . وعلينا أن نتساءل أولاً عن الغرض من وضع إنسان فى سفينة للفضاء . فهل هو مجرد منح هذا الإنسان فرصة للركوب للقيام ببعض الألعاب البهلوانية ؟

فإذا كان هذا ،فعلينا أن نكون أمناء فى تصرفاتنا ، ثم نقرر بعد ذلك كم تساوى هذه المخاطرة فى نظر دافعى الضرائب .

« فهل المقصودُ به أن يُشَغِّل الأجهزة العلمية أو يأخذ الأرصاد العلمية ؟ فإذا كان هذا ، فلا بد لنا من أن نتساءل عما إذا كانت الأجهزة العلمية تستطيع ، دون مساعدة من الإنسان ، أن تؤدى نفس المهمة بنفس الإتقان مقابل تكاليف أقل مما يتطلبه وجود الإنسان . وسنجد فى كثير من الأحوال أن الإنسان لم يسهم ، إذا أسهم فعلاً ، إلا بالقليل فيما تستطيع الأجهزة أداءه بمفردها...» .

ومن الصعب أن نذكر الآن ، بعدما شاهدنا النجاح المشهدى الذى أحرزته طيرانات الفضاء البشرية ، وما أدت إليه من إنجازات علمية ، أن بعض علمائنا البارزين كانوا إلى عهد قريب جداً يتمسكون بالشك فى قيم الإنسان .

وربما كان هذا — من ناحية ما — إحدى الجوائز الكبرى التى منحت للبرنامج وهو بعد جنين ، للاستمرار فى إرسال الإنسان إلى الفضاء والسماح له بالبقاء هناك فترات متزايدة ، وكان فى كل مرة يثبت قدراته وقيمه بكل وضوح . فقد بدأنا عصر الفضاء فى وقت كان الإنسان فيه موضع شك خطير . فقد قاسينا من تساؤلات خطيرة حول مزايا الإنسان فى أداء المهمات العلمية فى الفضاء . وكنا نتساءل علاوة على ذلك عن المرونة المدهشة والأداء الممتاز اللذين أظهرهما الإنسان المدرب الماهر فى ظروف قاسية وطوارىء لم تكن فى الحسبان .

وإنه لما يطرب أن نرى كثيرين كانوا على خطأ فى نظرتهم إلى الإنسان الذى أنار الطريق للعوالم الجديدة . وإن الأمر ليبدو كما لو كنا ورثة لدهشة من موجة تتحطم ، تتمثل فى ثقتنا بالإنسان التى كشفناها حديثاً . فإذا كان قد برز شىء من هذه الغزوات الأولى للفراغ الواقع فيما فوق كوكبنا ، فهو أن الإنسان يتمتع بمؤهلات وقدرات أكبر وأعظم مما كنا نأمل أن نراها فيه .

فإذا كانت عمليات الطيران التى قام بهـا روادنا الأربعة الأوائل فى الـكبسولة ميركورى قد أوضحت شيئاً ما ، فهو أننا وضعنا نهاية لهذا الجدل الذى يدل على قصر فى النظر من أناس كانوا يعتقدون أن الإنسان سيكون مخلوقاً بائساً لاحول له ولا قوة إذا ماتعرض لبيئة جديدة عليه ، أو إذا ما اعترضه شىء لم يكن يتوقعه ، وخاصة إذا كان تحت تأثير إجهادات عنيفة . وربما كانت أعظم النتائج التى كسبناها من عمليات طيراناتنا الفضائية الأولى — مع كثرة ما تعرضت له من حوادث الخلل — هى أننا أثبتنا ، بما لا يقبل أدنى شك ، أن الإنسان هو مفتاح النجاح فى أى استكشاف فضائى .

ويرجع هـذا النجاح إلى القدرة الفريدة والخارقة للعادة التى يمتاز بهـا الإنسان ، ألا وهى قدرته على اتخاذ القرارات .

فماذا حدث لروادنا (ولرواد الاتحاد السوفييتى) عندما تعرضوا لقوى التسارع أو التباطؤ العنيفة ؟ إنهم لم يتحملوا هذه القوى فحسب ، ولـكنهم أدوا وظائفهم بمنتهى الدقة أثناء الضغوط القاسية التى تعرضوا لها .

إلا أننا كنا ، فوق هذا كله ، فى قلق من حيث انفعالاتهم الفسيولوجية والسيكولوجية لانعدام الوزن. فهناك مشاكل طويلة المدى تصحب ظروف انعدام الوزن الذى يبقى مدة طويلة . ولـكن يبدو أنه لم تتجسم مشكلة واحدة من المشاكل التى كنا قد توقعناها لروادنا الأوائل فى الفضاء .

وقد أتيحت الفرصة لغالبيتنا أن نستمع إلى وصف الأداء المشرف الذى قام به روادنا وهم يمرون بسفنهم حول الأرض بسرعة تقرب من خمسة أميال فى الثانية . وقد كانت رباطة جأش هؤلاء الرجال تحت ظروف الخطر الدائم ، وما كان ينذر به من موت وشيك، كانت أكثر من مذهلة . كانت نتيجة باهرة لقدرة الإنسان على تحمل أسوأ الظروف مجتمعة ، وأداء وظيفته بمهارات تفوق أقصى ما كنا نأمله فيه . فلما ظهر خطر الموت تحت هذه الظروف ، كما حدث

فى غالبية عمليات الطيران الفضائية بسبب خلل فى بعض المعدات ، قام روادنا الأوائل بأداء وأجباتهم الفنية الدقيقة بهدوء تام أذهل الملايين من الناس فى كل مكان .

وقد كان جون جلين أول من واجه سلسلة من الحوادث الخطيرة وهو فى الفضاء بسبب خلل أصاب بعض المعدات . ويبدو لنا أن هذا الحادث وقع منذ زمن بعيد ، ولو أنه لم يحدث قبل فبراير ١٩٦٢ ، عندما كان ملايين الناس ينتظرون بقلق وصول أخبار من أول رائد من روادنا يطير فى مدار حول الأرض . وذلك عندما طرأ خلل فى جهاز الاستقرار فى سفينة جلين الفضائية ، وجاءت رسالة خاطئة مفزعة تقول إن الدرع الحرارى للكبسولة قد تفكك من قوائمه ، وأن هذا سيؤدى قطعاً إلى تحطيم السفينة وحرقها وقتل قائدها .

ولم يقع هذا لجلين وحده بالطبع ، بل حدث أيضاً لكاربنتر الذى واجه بعض المشاكل التى وقعت لسفينته الفضائية . أما شيرا فكان قد طار فى سفينة بديعة ، إلا أن مشاكله كانت تخص معدات الإبقاء على الحياة . وكانت مشكلة كوبر فى مرحلة العودة إلى جو الأرض التى كان العلماء قد تنبأوا بعدم إمكان إنجازها إلا بواسطة أحدث الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية . واستغنى كوبر عن أجهزته عندما طرأ عليها الخلل ، واضطر لإتمام عملية تطيير السفينة بالوسائل اليدوية والبصرية إلى محيط الهواء ، مما اعتبر من أروع الدلائل على مهارة الإنسان عندما ظهر أن عودته إلى الأرض كانت أدق عملية هبوط تمت فى طيرانات ميركورى .

ويشهد هذا كله بتحمل الإنسان وشجاعته ومهارته . فماذا نرى فى منافسة الإنسان للأجهزة والمعدات العلمية فى كشف أسرار الفضاء ؟ كيف يتبارى الإنسان مع الأجهزة الإلكترونية والأوتوماتيكية ؟

وكنا ، قبل أن نرسل بروادنا إلى المدار ، قد دفعنا بعثات من الآلات إلى

الفضاء داخل عشرات من الأقمار الصناعية الصغيرة والكبيرة. فلم تقم أى واحدة من هذه المركبات ، مع ما أعدت به من آلات ، بتسجيل ما رآه روادنا الأوائل وأطلق عليه منذ ذلك الحين « ظاهرة جلين » . وهو عبارة عن الجسيمات المضيئة التى كانت تسبح مع كبسولة جلين ورآها بالآلاف ، والتى أدهشنا جميعاً أن تكون قشور ثلج الفضاء المضيئة. وقد رآها رواد الفضاء الأمريكيون والروس فى عمليات الطيران المدارية الأخرى ، بينما عجزت جميع الأجهزة عن كشف هذه الجسيمات الصقيعية والثلجية التى لم نكن نتوقع وجودها ، فظل علماؤنا ، لفترة ما ، يعتبرونها ظاهرة مذهلة غير معروفة لم نكن نتوقعها بتاتاً. وقد ظلت مصدر عاصفة من الجدل بين كثير من العلماء حتى أتيح لرائد آخر أن يذهب إلى الفضاء ويثبت مصدرها وتركيبها . وقد أدى ما ظهر على الأجهزة والآلات من صفتى العمى والصمم تجاه آلاف من جسيمات البخار المتجمد إلى قلق جميع العلماء . فاجتمع عدد كبير منهم فى غرف المؤتمرات وتصايحوا بعضهم مع بعض حول مصدر هذه الجسيمات وتركيبها . فجاء بعد ذلك سكوت كارينتر الذى ذهب إلى الفضاء ونقر بيده بالصدفة على جدار سفينة الفضاء ، فشاهد رذاذاً من هذه الجسيمات المضيئة ينتثر مبتعداً عنه .

تجربة علمية ينقر فيها رجل بمفاصل أصابعه على جدار كبسولته الفضائية نتج عنها تناثر جسيمات لامعة تبتعد عن السفينة . فكان حبه للاستطلاع أمراً اقتضى تكرار العملية ...

وقام بإجراء مزيد من النقر على الجدار الداخلى للكبسولة ، فتطايرت رشاشات أخرى من الجسيمات المضيئة من الجدار الخارجى ، ووصلنا بذلك إلى حل تفسير ظاهرة علمية !

وقبل أن يذهب روادنا إلى المدار ، وفى الفترة التى كانوا يطيرون فيها فى الفضاء ، قامت الأقمار الصناعية ، من طراز تيروس ، بإرسال عشرات

الآلاف من الصور إلى محطات الاستقبال على سطح الأرض . وقد ساعدت هذه الصور على وضع خرائط للطقس وزيادة معرفتنا بقدر هائل عن طريقة العمل فى مصنع الطقس ، ألا وهو جو الأرض . إلا أنه من الحقائق أيضاً أنه لو أن تيروس كان قمراً صناعياً أرسلناه لدراسة الأرض من الفضاء ، سعياً منا فى تحديد ما إذا كانت على سطح هذا الكوكب حياة تمتاز بالذكاء ، لخذلنا هذا القمر . فقد تمت دراسة أكثر من ١٠٠٫٠٠٠ صورة داخل آلات التصوير التى يحملها القمر ، قدمت لنا صورة « واحدة » منها دليلاً على وجود حياة ذكية خلاقة من نوع ما بالكشف عن وجود معالم صناعية على سطح الأرض.

وقد طُلب من روادنا أن يقوموا بدراسة السحب، أحجامها وتشكيلاتها . فلماذا كان هذا بعد أن كنا قد أرسلنا هذا العدد الكبير من الآلات للقيام بنفس المهمة ؟

ذلك لأن العين البشرية تتمتع بإعداد أدق وأفضل بكثير من أحدث الأجهزة البصرية الصناعية . وقد أثبتت الحوادث ما دعا علماء الطقس إلى أن يتعاونوا مع رواد الفضاء فى برنامج للاستفادة إلى أقصى حد ممكن من الرجال والآلات والأجهزة المؤلفة من الرجال والآلات مجتمعة .

ولنكتفِ بالكلام عن أول رائد للفضاء طار فى مدار ... جون جلين الذى قدم تقارير عن تشكيلات السحب وأنواعها وارتفاعاتها وخواصها . فقد قدر ارتفاعات السحب بالظلال التى كانت تلقيها على سطح الأرض . كما أبلغ وهو ينطلق فوق العواصف الشديدة عن منظر مذهل — الخطوط المومضة التى تنتشر فى مسارات البرق .

وقد علمتنا أرصاد جلين التى أخذها فى الساعات القلائل من طيرانه فى الفضاء، التى تعتبر رحلة العصر التى أنارت الطريق ، علمتنا عن دراسة السحب من الفضاء أكثر مما تعلمناه من الأقمار الصناعية المحملة بالآلات ، والتى كنا قد

أرسلناها للفضاء قبل رحلة جلين . وقد أضاف رواد الفضاء اللاحقون كثيراً عن هـذه الأرصاد ، كما اختبروا معدات خاصة ، وعادوا بصور فوتوغرافية واضحة بصورة مذهلة .

لقد أبلغوا عن وجود ألوان فى الفضاء عجزت آلات التصوير عن التقاطها ، كما أطلقوا لنا سلسلة كاملة جديدة من الدراسات .

وقد شهد روادنا ضوءاً متوهجاً وجميلاً وغريباً عبر الأفق الأرضى ، ضوءاً لامعاً أزرق أو برتقالياً . وقد أذهل هذا ، فى حد ذاته ، كثيراً من العلماء ، فإن واحدة من آلات التصوير أو غيرها من الأجهزة لم تبلغ أو تشر إلى إمكان وجود مثل هذه الحزمة من الضوء . ولم نستطع أن ندرى عن هذه الظاهرة شيئاً حتى شهد الرجال بعيونهم مالم تسجله مئات الآلات .

فقد حدج روادنا بنظرهم إلى أسفل ناحية الأرض وشهدوا أفق هـذا الـكوكب وميزوه بوضوح . واهتم العلماء مرة ثانية بظاهرة جديدة إذ أنهم لم يكن فى وسعهم أن يتنبأوا عن مظهر الجانب المظلم من الأرض عندما يشاهد من أعالى الفضاء . وقد أثبتت الآلات عجزها عن الـكشف ، ولن نقول الدراسة ، عما أبلغ عنه رائد الفضاء الأول بتفصيل يكفى لتغيير مفاهيم العلماء عن الظاهرة الجوية .

فقد قرر جون جلين أنه « خلال الرحلة ، من أولهـا إلى آخرها ، لم تعترضنى أية صعوبة فى رؤية الأفق . فقد كانت الأرض أثناء النهار لامعة أمام خلفية مظلمة من الفضاء . وكان الأفق واضحاً ومحدوداً . أما بالليل قبل أن يشرق القمر فقد بقى الأفق واضحاً أمام خلفية من النجوم . وبعد أن يشرق القمر (الذى كان بدراً أثناء هـذا الطيران) كانت الأرض مضاءة إضاءة كافية تسمح برؤية الأفق واضحاً » .

وعلم الفلك أقدم علوم الأرض كلها . إنه علم يتمتع بوفرة من مختلف أنواع

الآلات والأجهزة الخاصة تمكننا من الكشف عن أعماق الفضاء السحيقة . إلا أنه من الواضح أن حواس الإنسان وعقله ، والطبيعة الفريدة التي يتمتع بها من قدرة على تحليل الأشياء والحكم عليها ، هي عناصر آلات البحث الخارقة للطبيعة . ولسنا بحاجة ، مرة أخرى ، إلى أن نتحدث عما بعد عملية الطيران البشرية الأولى لنرى مباشرة المدى الهائل لقدرة الإنسان على المشاهدة ، التي توضحها هذه النبذة المأخوذة من التقرير الرسمي لجون جلين عن رحلته التي قطع فيها ثلاث دورات حول الأرض :

« تبدو الشمس تامة الاستدارة وهي تقترب من الأفق . وتحتفظ بمعظم تماثلها حتى قبل أن تختفي آخر شريحة منها . والأفق يلمع بشدة على جانبي الشمس ، فإذا هبطت الشمس إلى مستوى هذا الشريط اللامع من الأفق ، بدت وكأنها تنتشر ناحية جانبي النقطة التي تغرب فيها . وقد التقطت صورة بالآلة الفوتوغرافية لتفلطح الشمس في اللحظة التي تسبق الغروب . وهي ظاهرة تجذب اهتمام الفلكيين .

« وبينما تتحرك الشمس نحو الأفق ، يتحرك ظل أسود من الظلمة عبر الأرض حتى يظلم السطح كله ، فيما عدا الشريط اللامع عند الأفق . ويزيد لمعان هذا الشريط بدرجه هائلة في اللحظة التي تغرب فيها الشمس . ثم لايلبث مع توالى الزمن أن يتحول لونه إلى البرتقالى اللامع ، ثم يخبو بالتدريج إلى اللون الأحمر ، فالألوان الداكنة ، إلى أن يصل في النهاية إلى الأزرق ثم إلى الأسود . وقد أدهشني شيء واحد ، هو المسافة التي يمتد إليها الضوء على الأفق على جانبي النقطة التي تغرب عندها الشمس . . . وفي اعتقادى أن العين تستطيع أن ترى من ألوان غروب الشمس أكثر مما تلتقطه الآلة الفوتوغرافية . وقد استرعى اهتمامي طول الوقت الذى بقي فيه الشفق المدارى . فقد كان الضوء مرئياً على الأفق لمدة أربع أو خمس دقائق بعد الغروب ، مما يعتبر وقتاً طويلاً

إذا أخذ فى الاعتبار أن غروب الشمس كان يحدث ثمانى عشرة مرة فى اليوم الوحد ».

ويـهم البرنامج الأمريكى لإلانسان فى الفضاء بأكبر من نصيب فى هذه الأيام فى تقدم تطوير الوسائل والماكينات الخاصة بنقل الإنسان من الأرض.. فلم تقتصر اختباراتنا على أجهزة النقل (الصواريخ ووسائل التوجيه) وحدها ، لـكنها شملت كذلك علاقة الرجل بهذه الأجهزة ، مما يمـكننا من تقييم أداء المركبات والرجال ، ثم أداءالجهاز المؤلف من الرجل والماكينة كوحدة متكاملة. على أن مفتاح هذه الاختبارات والتطويرات هو أن تطوير أجهزة النقل وكمال أدائها ليس هو نهاية المطاف فى حد ذاته . فإن هو إلا مرحلة جديدة من تمهيد الطريق نحو أنشطة المستقبل التى نستطيع فيها استغلال القدرات الفريدة ، التى يتميز بها الرجال الذين يقومون بالتجارب وأخذ الأرصاد ، استغلالاً أفضل فى البيئة الفضائية .

فما هو المركز الذى نـكافح من أجله ؟ ألحق أنه لاتوجد إجابة واحدة . أما إذا اضطررنا إلى أن نغامر بتحديد لهذا المركز فإنما يكون بمثابة مجرد خلق ظروف يستطيع الإنسان فيها إجراء كشف كامل متقن . وهذا يثير فى الحال ، طبعاً ، السؤال التالى : ما هو الـكشف المتقن ؟

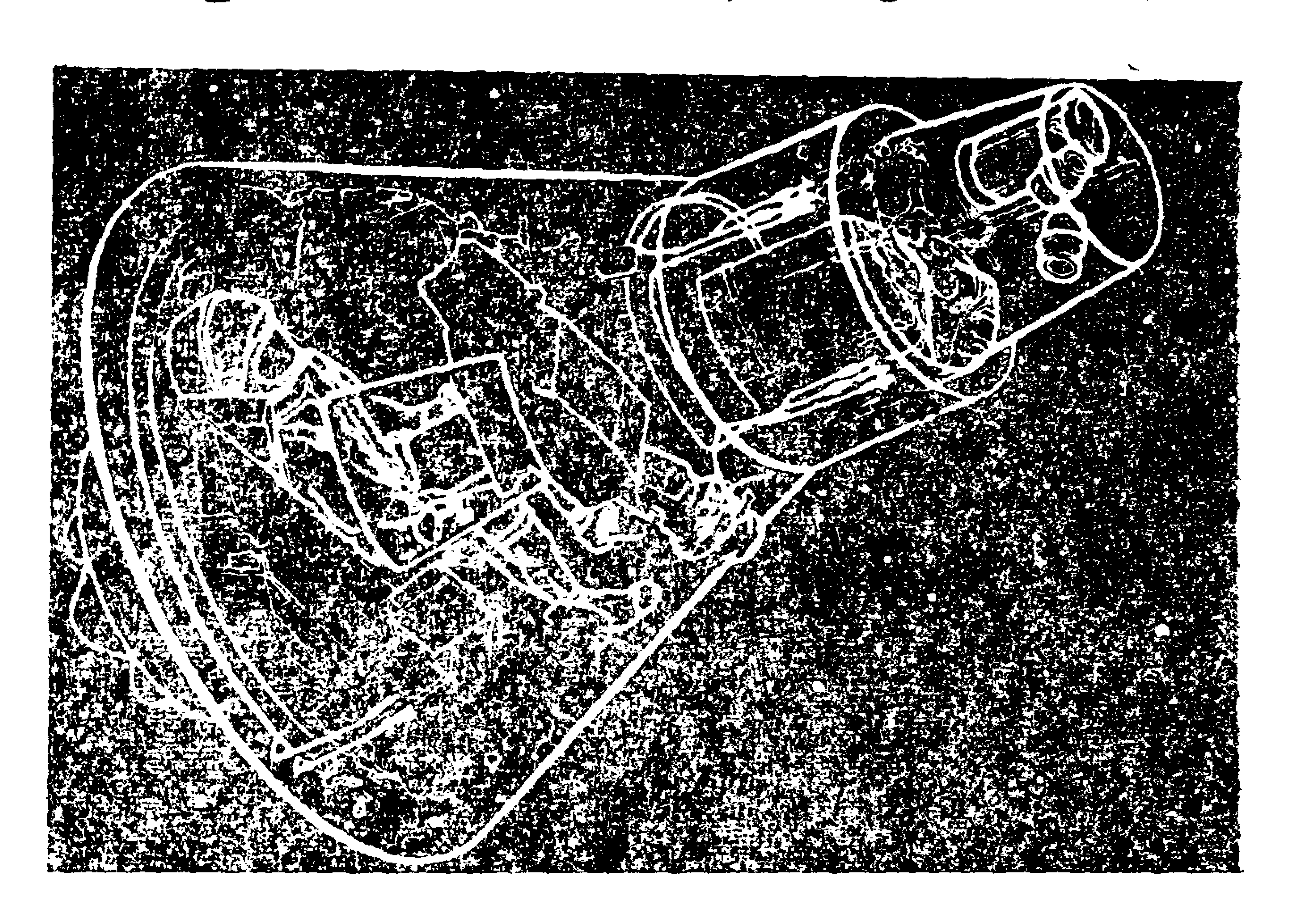
وهذا سؤال تسهل الإجابة عنه . فهو كشف تتاح فيه أعظم مرونة ممكنة لمواجهة ظروف مجهولة وحوادث لم تـكن فى الحسبان. وهو بالاختصار ـ الإنسان.

وقد أتيحت الإجابة للرجال الذين هم على شاكلة جون جلين ، وما نقوم به الآن إن هو إلا التعجيل فى إعداد استنتاجاتنا، وها هو جلين يُجمل هذا ببراعة فى عبارته :

« لقد أركبنا الإنسان قائداً لسفينة الفضاء . ونستطيع الآن أن نتخلص من بعض المعدات الآلية .. وليتولى الإنسان المهمة بنفسه ».

وقد تتضح الثقة المتزايدة فى قدرات الإنسان فى الفضاء على أحسن صورة إذا قمنا بإجراء مقارنة بين الأجهزة الإلكترونية الآلية وبين استخدام أقلام الرصاص.

وقد كان برنامجنا الأول لسفينة الفضاء المحملة بالبشر، برنامج ميركورى، منذ البداية، تعبيراً عن خذلان الإنسان المشترك فيه. كان محاولة لوضع الإنسان



(شكل ٨)
كبسولة ميركورى

فى البيئة الفضائية، بينما بدا فى نفس الوقت أنه صُمِّم بحيث يقوم بعمل كل، ما يُنقِص من دور الرجل كمساهمٍ فعَّالٍ فى العملية.

وقد شكا أكثر من مهندس، بمرارة، من أن برنامج ميركورى قد صمم منذ البداية لكى يفشل. فقد توقع فشل الإنسان فى أن يسهم بنصيب فعال فى عمليات الطيران القادمة فى الفضاء. ولهذا كان تصميم سفينة الفضاء ميركورى وجميع أجهزتها بحيث تكون لها « القدرة الآلية الكاملة ». وكان هذا اعترافاً بتفوق الآلة على الإنسان الذى لم يكن سوى راكب عادى.

وقد تمكنا بفضل معجزات الممنمة من ضغط معدات سفينة الفضاء ميركورى ، إلى الحد الأدنى ، مما ساعد على صنع سفينة للفضاء على هيئة جرس لا يزيد عرضه على ستة أقدام وطوله على تسعة أقدام ، ووزنه على وزن طائرة خاصة صغيرة . ولم يزد حجمها فى الداخل عن حجم كشك التليفون . فخرجت بذلك سفينة بعيدة كل البعد عن سفينة الفضاء التى كنا نتخيلها من سنين طويلة.

فسفينة الفضاء ميركورى صغيرة بدرجه مذهلة بالنسبة لما أنجزته من أعمال تعتبر معجزة العصر . ولا شك أنها ستعتبر مع مرور الزمن إعجازاً متزايداً . على أن التفكير فى طريقه حشر إنسان فى حيز ضيق مزدحم بالأجهزة ، وفى نقله من الأرض إلى قمة بركان مشتعل هو الصاروخ أطلس ، وفى المروق حول الأرض بسرعة ٥٠٠ ميل فى الدقيقة ، ثم فى العودة للغطس فى جو يتحداه بحرارة تصل إلى ١١٫٠٠٠ درجة فهرنهيتيه ، كل هذا نوع من العنف يهرب منه الناس جميعاً بأقصى سرعة ممكنة . ومع هذا فهو نفس الشيء الذى فعله روادنا عن طيب خاطر فى طيراناتهم السابقة . لقد فعلوا كل هذا (وتعرضوا مائة مرة لحد السيف القاتل) فى سفينة للفضاء بلغت العناية فى تصميمها حداً لا يمكن معه اعتبارهم زواراً غير مرغوب فيهم .

وقد وجه العلماء الإنسان ، منذ اللحظة التى فكروا فيها فى سفينة للفضاء على هيئة كبسولة ، نحو الخزى بوضعه فى مقعد السائق الخلفى ، وركزوا كل مسئوليات الطيران فى الأجهزة الإلكترونية والأوتوماتيكية التى زودت بها السفينة ، بحيث يكون الإنسان فيها بمثابة الراكب السلبى ، أو بعبارة أقل تأدباً ، بمثابة فأر التجارب البشرى والسائح المتفرج . فقد كان عدد كبير جداً من العلماء — كما رأينا — يعارضون منذ البداية برنامج «الإنسان فى الفضاء » اعتقاداً منهم أن الإنسان لن يستطيع تحمل مشاق الطيران الفضائى ، فلما اضطروا إلى قبول وجوده فى الفضاء ، تغلبوا على هذا الوجود نفسه بتزويد سفينة الفضاء

بوفرة مفرطة باهظة التكاليف من الأجهزة الأوتوماتيكية تعاونها أجهزة أوتوماتيكية أخرى. فقد أنفقنا، قبل أن نبدأ عمليات الطيران المدارى، ما يزيد على ١٦٠ مليوناً من الدولارات لمجرد صنع هذه السفينة الصغيرة، وكان معظمها لحماية الإنسان الذى أصر العلماء على أنه عاجز عن حماية نفسه. ولما كان الإنسان يعتمد اعتماداً كلياً على الماكينة، كان على الماكينة أن تضمن بقاءه أيضاً.

وقد تحدث العلماء المعارضون للإنسان عن أخطار العجلة، وتدمير الصاروخ وانعدام الوزن، والأشعة الكونية، وطوفانات الاشعاع الشمسى، ومائة من الظروف القاتلة » الأخرى. وكان الحقد يغلب على تصرفاتهم وأعمالهم، لاعتقادهم أن وضع الإنسان فى أية سفينة للفضاء إنما هو مضيعة للوقت والمال والموهبة والوزن (وجميع هذا كان من الممكن استغلاله بطريقة أفضل فى وضع مزيد من الأجهزة).

إلا أنه كانت هناك أسباب مفحمة لهذه الآراء، تستدعى إرسال الإنسان للفضاء، حتى ولو كان الأمر مقصوراً على مجرد ركوب السفينة واستغلاله بمثابة فأر للاختبار تجرى عليه بعض التجارب الطبية. فقد كنا فى حاجة إلى معلومات عن جسم الإنسان وهو يتعرض للقوى والإجهادات التى يواجهها فى أية عملية فضائية. كما أن فكرة الاحتفاظ كلية بالكشف عن أعماق المجموعة الشمسية للآلات دون غيرها لم تكن تتفق مع اعتقاد أقلية من العلماء فى قدرة الإنسان على أن يكون القلب النابض فى أى جهاز فضائى. إلا أنهم لسوء الحظ اضطروا إلى الخضوع لرأى الغالبية، فخضنوا الرواد الأوائل فى رحم واق تتوفر فيه الأجهزة الإلكترونية والميكانيكية.

وقام المهندسون بصناعة بدلة عجيبة للإنسان يلبسها عندما يلقى به فى بيئته الجديدة، الفضاء. وقد تكلف صنع بدلة الضغط هذه، وما زودت به من معدات ما يزيد على مليون من الدولارات. ومن الغرابة بمكان أنها جعلت من الإنسان مخلوقاً أقرب منه فى أى وقت مضى إلى كائن حى قابع فى الرحم التكنولوجى.

وتتصل البدلة بأجهزة الإبقاء على الحياة التى زودت بها السفينة خلال خراطيم وأسلاك تعد بمثابة الأحبال السريه لعصر الفضاء .

ومن البديهيات أنه لو أن خللاً ، مهما قل شأنه ، أصاب هذه الأجهزة ، لتعرض الراكب البشرى إلى نقص فى مستلزمات الحيـاة ، وتحول الزحم إلى قبر يلقى فيه مثواه .

والتاريخ شاهد على ذلك. فقد اختلت الأجهزة تلو الأجهزة فى سفينة الفضاء . فها هى أجهزة التحكم النفاثة الرد فعلية قد قذفت بالرذاذ، فكان لابد من إيقافها عن العمل حتى تسمح ليد الإنسان الراكب فى سفينة الفضاء أن يقتنص النجاة من الخطر المحدق . كما أبرقت إشارات خاطئة تنذر بالهلاك المحتوم ، واضطر العلماء على الأرض إلى الرجوع إلى المعارضين للتألية واتخاذ قرارات فورية تعتمد فى تنفيذها اعتماداً كلياً على قدرة الإنسان على أن ينفذ بجلده . وتفككت أجهزة الاستقرار وانتقلت الجيروسكوبات ، وأغلقت الصمامات فى الوقت الذى يجب أن تكون مفتوحة فيه ، والأجهزة الضابطة سدت لزيادة طفيفة فى نقط زيت التشحيم ، كما أن أجهزة التوقيت توقفت عن العمل ... وبالاختصار كانت قائمة حوادث الخلل طويلة بدرجة مفزعة .

وقد أثبتت عمليات الطيران واحدة بعد الأخرى ، صحة ما كان ينادى به أقلية من العـلماء . وأصبح لزاماً أن يقوم الراكب السلبى على الفوربدور جديد ، وإلا كانت النتيجه الموت المحقق . وما هو الدور الجديد ؟ الوضع الذى يسمح له باتخاذ القرار الأول ، والتحكم الأول ، مع إهمال الأجهزة الأوتوماتيكية التى أصابتها التهتهة والتفتفة والخلل .

وعندها لم تتعد الاحتفالات تناثر أكوام الورق بشكل يثير الفوضى فى شوارع المدن الأمريكية ، وفتحت كتب التاريخ صفحة جديدة . وبقيت حقيقة لايمكن التهرب منها . فقد كنا نبخس من قدرات أروع جهاز عرفناه للتحكم — ألا وهو الإنسان نفسه.

فقد صممنا سفينة الفضاء ميركورى لتكون جهازاً كامل التألية يستطيع تحت أى ظرف من الظروف ، أو كلها معاً ، أن يؤمن حياة الراكب البشرى الذى اقتصر عمله على الركوب وتسجيل مذكراته .

إلا أن ما حدث فى الفضاء هو العكس تماماً ، لا مرة واحدة ، ولكن مرات متوالية . فقد فشلت الآلة ونجح الإنسان واستطاع أن يعود بسفينته إلى الأرض بعد أن فشلت فشلاً ذريعاً .

وقد أجمل جلين هذه العلاقة التى ثبتت حديثاً بين الإنسان والآلة حين قال : « تزيد احتمالات نجاح المهمة إلى حد كبير بوجود فريق من البشر فى سفينة الفضاء . فوجود هذا الفريق البشرى أمر حيوى للمهمات الفضائية المستقبلة للقيام بأخذ الأرصاد الدقيقة والعمل عندما تتعرض سفينة الفضاء لأحداث أو ظواهر متوقعة أو غير متوقعة » .

وقد تبينا بوضوح المهمات والأدوار المستقبلة عندما ذكر جلين : « إن السفينة التى يركبها بشر تمتاز كثيراً عن السفينة الخالية من البشر ، والتى كثيراً ما تصاب بالصمم والعمى عندما يعترضها عارض جديد ، أو حدث لم يكن على البال » .

أجل ، وأمر أقلام الرصاص ! فها هو البرنامج الذى خلف برنامج ميركورى للطيران الفضائى بسفن يركبها البشر . . أصبح معروفاً بين جميع الناس ، ألا وهو برنامج جيميني الذى يهدف إلى دوران رجلين حول الأرض فى سفينة للفضاء تزن ٧٫٠٠٠ من الأرطال . ولن تكون مهمتهما من الأمور البسيطة، فعليهما أن ينجزا عمليات فنية متنوعة، منها الخروج من سفينة الفضاء، والقيام بعمليات التلاقى والالتحام بسفينة أخرى تسبح فى الفضاء ، وتغيير مدارات الطيران ، والقيام ببعض الإصلاحات والتجارب العلمية ، عمليات كلها مبرمجة فى طيرانات مدارية تمتد إلى أسبوعين .

REENTRY MODULE
قالب العودة

RETROGRADE SECTION
قسم الإبطاء

EQUIPMENT SECTION
قسم المعدات

(شكل ٩)
رسم توضيحي لقوالب سفينة الفضاء جيميني

وقد أَعَدَّ برنامج جيميني عدته لمواجهة إحدى عوامل الخلل الخطيرة التى تصيب بعض المعدات . فقد حدث فى كل عمليات الطيران السابقة ، سواء فى برنامج ميركورى أو فى طيرانات السفن غير المحملة بالبشر ، أن ظهر على أحسن الأفلام ، التى زودت بها آلات التصوير الأوتوماتيكية واليدوية ، نوع من قصر النظر . فقد عجزت جيعها عن تسجيل عدد من الأحداث والأشياء ، التى اعترضتها فى الفضاء دون أن تكون قد خطرت على البال ، تسجيلاً دقيقاً . ونحن على علم بهذا العجز ، وبطبيعة هذا العجز ، فقد كان بالسفينة رجال يقومون بأنفسهم بالتسجيل والدراسة والتحليل وتقديم التقارير عن تلك الظواهر التى أخطأتها آلات التصوير .

فكيف إذن تستطيع الحصول لعلمائنا هنا على هذا الكوكب على تصوير أدق لما يمكن مشاهدته من الفضاء ؟ الجواب هو البساطة ذاتها . وقد ذكر راسل هوكس إن « فى وسع رواد الفضاء لبرنامج جيميني : وهم فى سفينة الفضاء ، أن يسجلوا الألوان والتفاصيل التى ترى من الفضاء . ويقوم رائد الفضاء ولتر شيرا ، متعاوناً مع فريق من العاملين بمركز سفن الفضاء المحملة بالبشر التابع للنازا ، بدراسة هذا الاقتراح فى الوقت الحاضر »[1] .

وعلاوة على عجز آلات التصوير عن تسجيل ما رآه الرجال بوضوح وهم فى المدار فقد « كانت هناك أخطاء مماثلة فى مجالى الفلك والمجهرية (الميكرسكوبية) . وقد استلزم الأمر فى بعض هذه الحالات إشراك بعض خبراء الفن الذين نجحوا فى تسجيل ما شاهدوه » .

وقد قامت ضجة من الجدل العنيف حول قدرة الإبصار بمناسبة ما قرره رائد الفضاء جوردون كوبر خلال طيرانه المدارى . فقد ذكر كوبر بصراحة تامة أنه رأى وهو فى الفضاء بعض المبانى والدخان على هضبة الهملايا . وقد

(١) « القذائف والصواريخ » ، ٨ يوليو ١٩٦٣ .

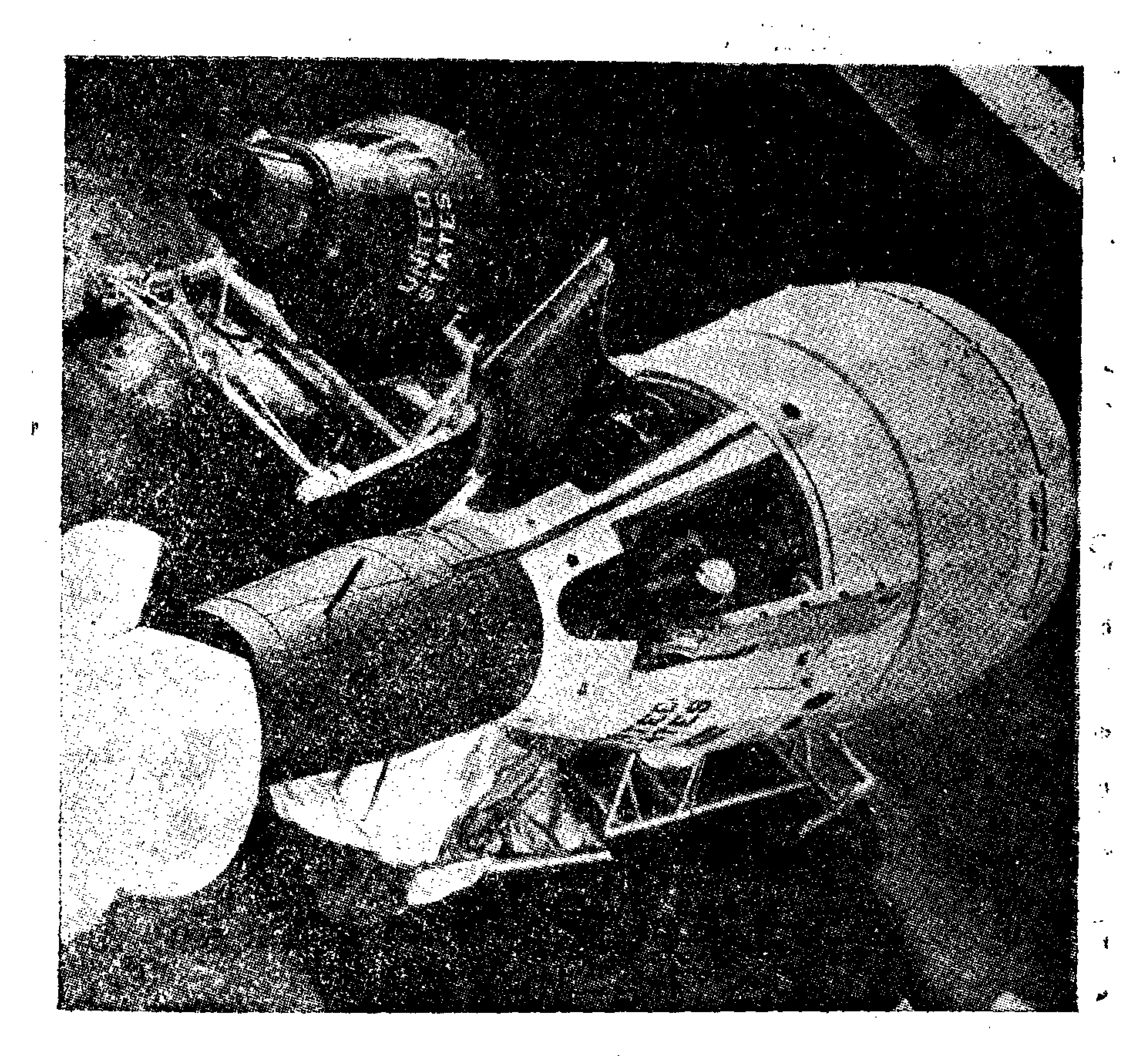
سخر كثير من العلماء من هذه التقارير . وقد عبر الدكتور روس آدي ، الذى يعمل بمعهد أبحاث المخ ، عن رأيه فى تقارير كوبر بهزة من كتفيه العلميين ، ووصفها بالهلوسة . إلا أن هذا يبدو غريباً بعدما رأيناه من أداء كوبر البارع فى جميع مراحل رحلته الفضائية .

حتى إذا غضضنا النظر عن ذلك الأداء البارع (وعن حقيقة أن كوبر كان فى الفضاء وأن العلماء كانوا على الأرض) فإن هناك فريقاً من الخبراء ، يدعى صراحة أن جهاز الإبصار البشرى لا يستطيع أن يرى ما ادعاه رائد الفضاء كوبر . فإن ما رآه كوبر من مبان ودخان يقع خارج حدود تمييز العين المجردة .

إلا أن فريقاً آخر من الخبراء يعترضون على هذه الاستنتاجات الفرضية . فقد أقروا فعلاً بأنهم لايعرفون عن الأجهزة والقدرات البشرية بقدر ما يودون معرفته ، ويقرون فوق ذلك بأنه من الممكن جداً أن يقوم الإنسان الماهر المتدرب، بفضل عملية عصبية ما ، بأداء أفضل بكثير مما يقرره علم البصريات .

فها هو الدكتور دوين كاترسون ، الذى يعمل بمركز سفن الفضاء المحملة بالبشر التابع للناازا ، لم يقتنع بما قرره هؤلاء العلماء عن إصابة كوبر بالهلوسة . فقد قال : « إننا لا نعلم من أسس فسيولوجيا الإبصار إلا القليل جداً الذى لا يسمح لنا بالتصريح بعبارات من هذا النوع » .

وقد نشأت من هذا الخلاف الأساسى فى المعتقدات والاستنتاجات هوة سحيقة من النزاع ، يؤكد تفاصيله ما ظل يدعيه رجال طب الفضاء من زمن طويل ، من أننا بكل بساطة لا نعرف عن جسم الإنسان بقدر ما نود أن نعرفه ، و ما لابد من أن نعرفه .وقد أوضحت لنا أبحاث الطيران الفضائى سبباً قوياً للبحث عن المعلومات التى نفتقدها بشدة .



(شكل ١٠)
سفينة الفضاء جيميني بقوالبها فى وضع للمقارنة
بين حجمها وحجم كبسولة ميركورى التى سلفتها .

إلا أننا لانستطيع أن ننتقص من شدة النزاع القائم بين الأطباء ، والذى يوضح مدى الخلاف القائم بين الخبراء . وقد اقترح الدكتور آدى تركيب جهاز رسم المخ الكهربائى فى سفينة الفضاء جيمينى للحصول على معلومات أكثر تفصيلاً عن النشاط المخى لرواد الفضاء . إلا أن المعارضين للدكتور آدى ، دون أن يراعوا الرقة فى تهكمهم ، يردون على الدكتور الطيب بحجج يدعون فيها أن جهاز رسم المخ الكهربائى سيقدم لنا دليلاً صريحاً على ما إذا كان رواد الفضاء فى يقظة ، أو مستغرقين فى النوم . على أن هناك غير هذا من

الوسائل للحصول على هذه المعلومات ، وذلك بأن يقول رواد الفضاء مثلا « مساء الخير » . كما أنهم يشعرون بأن جهاز رسم المخ الكهربائى لا يستطيع أن يوفق بين التفسيرات المختلفة للأطباء المختلفين ، وأن قراءات تسجيلاته لن تؤدى إلا إلى زيادة لهيب الجدل القائم اشتعالاً .

إلا أن رائد الفضاء شيرا مقتنع بأن فى وسع رواد الفضاء أن يسجلوا باستخدام الأقلام الرصاص أو بأية آلة للرسم الملون تلائم جو سفينة الفضاء ما تعجز آلات التصوير عن التقاطه على الأفلام . (وليس هذا بالعمل الهين ، فإن الجو داخل جيمينى من الأكسجين الصافى . وإذا وضع الزيت العادى فى جو من الأكسجين بنسبة ١٠٠ ٪ فمن عادة الأكسجين القبيحة أن ينفجر إلى لهيب مستعر . ولا بد للعلماء إذن أن يتأكدوا من أن المواد ، التى يستخدمها الفنانون فى رحلات الفضاء ، لن تسبب حريقاً على بعد ١٥٠ ميلا) .

وقد حدد «شيرا» فعلاً بعض المجالات التى يشعر فيها أن الإنسان والقلم الرصاص ، إذا عملا معا ، يؤلفان جهازاً يفوق الجهاز القائم الذى يتألف من آلة التصوير والقلم . فالكواكب المختلفة مثلاً تمر بتغيرات ملحوظة فى ألوانها (وخاصة كوكب الزهرة) وهى تدخل شريط الضوء المحيط بأفق الأرض ، والذى اكتشف حديثاً . وقد قرر روادنا الأربعة الذين داروا فى الفضاء حول الأرض أن الظواهر التى رأوها بعيونهم وهم فى الفضاء لا يمكن أن تسجلها أفضل الأفلام الملونة تسجيلاً دقيقاً .

ثم هناك موضوع الهالة التى تحيط بالقمر . فقد رآها شيرا مثلاً بينما كان القمر يمر بالأفق وقام على الفور بأخذ عدة صور لها للحصول على تسجيل فوتوغرافى للظاهرة رغبة منه فى تقديمه للفلكيين وغيرهم من العلماء . وقد كشف الفيلم بعد تحميضه عن روعة المنظر بصفة عامة فيما عدا عدم ظهور أى أثر للهالة على الفيلم .

وهناك ظاهرة التأين التى أطلق عليها اسم «الأقواس الحمراء» التى شوهدت بالزاوية على ارتفاع ١٥٠ ميلاً فوق الأرض . وقد فشلت المحاولات التى بذلت لتسجيلها بالآلات الفوتوغرافية حتى يومنا هذا . ومع ذلك فإنه من الأهمية بمكان أن تصور تلك الظاهرة. فلو أن لدى العلماء تمثيلاً دقيقاً لهذه الأقواس لأمكنهم معرفة الكثير عن عمليات الطاقة التى تتسبب فى نشأتها وظهورها. على أن رواد الفضاء ، وكلهم من قادة الطائرات ، يعرفون كيف تبدو . وها هو شيرا يقول إن هناك شبهاً كبيراً بينها وبين ضباب لوس أنجلوس من حيث الطول والمنظر كما يراها قائد الطائرة أثناء الليل . إلا أن هذا الوصف لا يساعد العلماء على الوصول إلى أية معلومات عنها . والمؤلف، وقد رآها عدة مرات ليلاً فوق لوس أنجلوس على علم تام شخصياً بمشكلة تفسير هذه الظاهرة . ويبدو مستحيلاً أن نصف بالكلمات ما يبدو للناظر من أعلى لهذا الضباب من تركيب وألوان . فهل يستطيع الفنانون مد يد المساعدة إلينا فى هذا السبيل ؟ بكل تأكيد وخاصة إذا كان هذا الفن من إنتاج عدد كاف من رواد الفضاء الذين يستطيعون أن يقدموا لنا مرجعاً دقيقاً .

وما زالت « هلوسة كوبر » النقطة الموجعة فى المجادلات . على أن وجه الغرابة فى النزاع حول ما رآه كوبر ، أو ما بدا له أنه رآه ، أن هؤلاء المنددين لم يأخذوا فى اعتبارهم ما رآه غيره من رواد الفضاء . فقد شاهد جون جلين بعض الشوارع الضيقة القذرة فى مكسيكو، كما قرر شيرا أنه رأى أثر متزحلق على مياه بحر سالتون . وكلها مشاهد تقرب فى أحجامها مما قرر كوبر أنه رآه فى رحلته. والمرجو أن نحصل على مزيد من مثل هذه التقارير الفورية ، التى تساعد على توضيح تلك الظاهرة للأطباء والعلماء على السواء ، فى مجالات لا تثمر فيها الآلات كثيراً .

وكم تكون فعالية رواد الفضاء فى هذه المجالات المختلفة ؟ لدينا الدكتور دنى فوكولير الأستاذ بجامعة تكساس ، والمعروف عنه بأنه فلكى وخبير فنى، وقد اشتهر بلوحاته الزيتية للمريخ .ولم يكن امتداح لوحاته بالضرورة عن مهارة فنية بقدر ما هو امتداح من زملائه الفلكيين بسبب التفاصيل والألوان والدقة ، ولو أن بعض الفلكيين المدربين ما زالوا يجادلون فيما يراه الآخرون حقيقة عندما يتناقشون فيما يرونه .

وها نحن قد تعلمنا من جديد ، كما يبدو،أن بعض الناس قد تدربوا تدريباً طيباً على قدرة إبصار التفاصيل ، وأن قدرة آلة التصوير (الكاميرا) محدودة من حيث ما تستطيع التقاطه على الفلم ، كما أن العين غير المدربة لا تؤدى إلا إلى ما يسخر منه العلماء بحجة أنه زلق فى الرؤية . ولما كان الطيارون يتمتعون بمهارة فائقة فى مختلف وسائل البحث فى السماء ، والرؤية فى الليل ، وغير ذلك من وسائل الإبصار التى تساعدهم فى عمليات الطيران ذات السرعات الكبيرة، فإن رواد الفضاء هم أيضاً فى سبيلهم إلى أن يصبحوا خـــبراء فى الإبصار بحكم وظائفهم .

ومع ذلك فهناك كثير من المشاكل الفريدة التى يجب على العلماء والفنانين من رواد الفضاء أن يتغلبوا عليها عند التقاط المناظر فى الفضاء . فألوان الزيت هى أنسب وسيلة للتعبير عن الألوان . إلا أن استخدام لوحة الألوان والزيوت تحت ظروف انعدام الوزن ، حتى مع تغلبنا فرضاً على مشكلة شبوب الحريق ، مما يؤدى إلى سقوط رشاش من مختلف الألوان على الجدار الداخلى من سفينة الفضاء . كما أن قطرات الألوان المتطايرة قد تثير الدمار فى الجو المتوازن توازناً دقيقاً داخل سفينة الفضاء ، مما قد يدفع بالفنان الماهر إلى حالة من الهياج يتوقف بسببها عن العمل ، إذ أن عليه فوق ذلك أن يتبارى مع ما يطرأ على التوتر السطحى لألوانه الزيتية من تعديل تحت ظروف انعدام الوزن .

وقد أجرى شيرا تجاربه باستخدام الأقلام الرصاص التى توجد منها مجموعات كبيرة فى الأسواق يزيد عدد ألوانها على المائة . كما أنه من المستطاع زيادة هذا العدد إذا رغبنا فى ذلك . وقد أجريت بعض التجارب بألوان الطباشير ، إلا أن انعدام الوزن فى الطيرانات المدارية ، وأثره فى غبار الطباشير ، قد يثير مشكلة عويصة .

ومع ذلك فإن موضوع النقاش لا ينحصر فى الوسيلة التى سيقع عليها الاختيار . أما أقوى النقط اتصالاً بالموضوع فهى أننا مضطرون بعد مرور عدة سنوات تطير فيها سفن الفضاء حول الأرض، إلى اللجوء إلى نفس الوسائل التى يستخدمها الأطفال غير العلميين فى روضة الأطفال غير العلمية للحصول على المعلومات العلمية .

الفصل الثالث

جدل

لم نصل بعد إلى حل لمشكلة المفاضلة بين الإنسان والآلة فى كشف الفضاء واستغلاله بالرغم مما عرفناه من أنه فى وسع الإنسان أن (١) يعيش تحت الظروف السائدة فى الفضاء ، و (٢) يتخذ من الإجراءات ما يمكنه من ترك الأجهزة الميكانيكية التى أصابها الخلل جانباً لينقذ حياته ، و (٣) يجرى وهو فى الفضاء بعض التجارب والاختبارات العلمية التى تبدو فوق طاقة الأجهزة الآليـــة .

فأولاً ، لما كان مما لا شك فيه أن الإنسان يستطيع وهو فى الفضاء أن يعيش ، ويعمل ، ويجرى التجارب ، فلابد من الإشارة إلى المشاكل التى تصحب هـذا الأداء والعمل على حلها . فإن هناك بعضاً من الدراسات والاختبارات الفضائية تستطيع الآلات أن تقوم بإجرائها بكفاءة تفوق أقصى ما قد يصل إليه الإنسان منها، بينما هناك بعض الحالات التى يتفوق فيها الإنسان على الآلات .

ويبرز من كل هذه الدراسات والاعتقادات المتنازعة فى هذا الموضوع تحديد أوضح لمختلف الأدوار التى تقع على كاهل الإنسان والآلة على حد سواء فى كفاحنا لغزو الفضاء . ويعتقد بعض العلماء فى وضوح الحل المناسب باستمرار ، وهم يتخذون من هذا الجدل المنيف موضوعاً لتسلية بدلاً من أن يكون مصدراً لقلق عظيم .

وتشبه وجهة نظرهم إلى العلاقات بين الإنسان والآلة فى الفضاء وجهة النظر التى انعكست فى تعليق نشره فيليب سبراج رئيس الشركة الأمريكية

للآلات[1] على مشكلة خلق أجهزة على الأرض ، حيث قال : « إن أفضل معمل مجهز بالمعدات — أو المعمل الذى يرجى منه أن يؤدى إلى نتائج — هو المعمل الذى ينشأ حول فريق من الرجال ، بحيث يتاح لكل منهم قدر كبير من الأجهزة يكون تحت تصرفه ، وإلا فلا . فالرجل هو آلة البحث الأساسية ، ويجب أن يؤسس المعمل حول الرجال ، لا أن يعد بآلات يقوم الإنسان بتشغيلها » .

وقد كان الاتجاه فى السنوات الأخيرة ، فى كثير من المجالات العلمية ، يميل نحو تأكيد قيمة الآلة كأضعاف مضاعفة لقيمة الإنسان كوسيلة علمية . هذا هو فى الواقع مصدر القلق فى مجال دراسة البيئة الفضائية . فأين يجوز لنا أن نرسم الحد الفاصل ؟ كيف نحدد نوع الأجهزة التى يقع عليها الاختيار لهذا النوع من الدراسة ؟ عند أى نقطة تظهر الآلة تفوقها ، وأين يصبح الإنسان الجهاز المتفوق ؟ إلى أى مدى نستطيع أن نخلق أجهزة تتألف من الإنسان والآلة كوحدة؟ وفوق هذا كله ، ما هى إمكانيات أجهزة آلات المستقبل إذا قورنت بالعقول الإلكترونية الحالية وآلات وضع البرامج التى نعمل بها فى هذه الأيام ، والتى ستعتبر فى المستقبل من المواد الخام ؟

والنزاع القائم نزاع أساسه عدم التوازن أكثر من أى شىء آخر . فلما كان الإعداد لبرامج الفضاء الكبرى يستغرق عشرات السنين ، لا شهوراً ، فإن التخطيط الذى يجرى فى الوقت الحاضر سيحدد لنا الطريق الذى نتبعه فى المستقبل . وسيؤدى التخطيط الخاطىء ، ولاشك ، إلى نتائج ناقصة ، وخسران بلايين الدولارات — وهو نوع الخطأ الذى قد يؤدى إلى تدمير البرامج اللازمة لدراساتنا المستمرة ، وتفهمنا للبيئة الفضائية وعلاقتها بهذا الكوكب .

---

(١) Instrument Society of America

وقد ظهر في بعض المجالات اعتماد مفرط على العقل الإلكتروني — أو الآلة الحاسبة — كعامل رئيسي يبعث على القيام بأنشطة البحث ، حتى لقد اتخذ بعض العلماء جانب وجوب استخدام العقول الإلكترونية لابتكار الآراء الجديدة بإدخال المشاكل بالجملة كما يراها الإنسان .

إلا أننا لم نجد أثراً لهذا الترياق بتاتاً . وشهدنا فعلاً موقفاً مماثلاً في رحلاتنا الفضائية . فقد بدأنا على أساس الإيمان بوثوقية الأجهزة الميكانيكية ووجود الإنسان كراكب سلبي ، واكتشفنا (مرة أخرى) أن علينا أن نستغل ، إلى أقصى حد ممكن ، أنسب جهاز يمتاز بصغر حجمه وتعدد مزاياه كرقيب وحاسب ، ألا وهو العقل البشرى . فقد أدى بنا الاستغلال التام للإنسان ، مصحوباً بمرونته وقدرته على التكيف ، وعلى الاتصال بالعقول الأخرى على الأرض ، وعلى التحكم المباشر في الأجهزة الميكانيكية الإلكترونية واستغلالها لحاجة معينة ،أدى بنا كل هذا إلى أرفع مستويات الأداء من الحزمة المفردة — ألا وهى سفينة الفضاء المحملة بالبشر — التى دفعنا بها إلى المدار .

وقد ركز بعض العلماء اهتمامهم على هـذه الفكرة التى بدت كما لو قد أصابها النسيان، فكرة وجود الإنسان في أى جهاز— قيمة الإنسان كحاسب — مع ما يمتاز به من قدرة على التحرر في وضع البرامج ، أى على المرونة في مواجهة الموقف الذى قد لا يمكن التكهن به ، والحكم السريع على الحقائق المتاحة في هذه اللحظة بالذات . على أن في وسع الآلة أن تكشف ، وتقيس ، وتحلل، وتشرح، وتقارن، ثم ترسل التقارير . ولكنها لاتستطيع أن تحكم على على المزايا أو القيم النسبية لما يعترضها أو لما تفحصه . كما تتمتع الآلة بقدر كبير من الذكاء وبعض قدرات معينة تتفوق فيها على الإنسان . تتمتع بالذكاء ولكنها تفتقر إلى القدرة على إصدار الحكم . لا تستطيع أن تقيس كل مايعترضها إذا لم يقم الإنسان بتزويدها بالقدرة على قياس غير المتوقع . فذكاؤها محدود إلى

حد غير عادى ، إذ تكون سماء عمياء ، لا تحس بالظواهر التى قد تخرج ، ولو بقدر سمك الشعرة ، عن حدود ذكائها — مثل الجسيمات المتجمدة السابحة حول أجهزتها البالغة الحساسية ، والتى تعجز مع ذلك عن الكشف عنها .

وقد أبدى وارن سوانسون، مدير أحد أقسام البحث والصناعة فى برنامج أبوللو التابع لشركة الطيران الأمريكية الشمالية[1] ، أبدى رأيه بوضوح فى هذا اللغز عندما قال : « ولما كان الإنسان يتمتع ببعض المزايا المذهلة ، كان علينا أن نستغله إلى أقصى حد ممكن حتى نحقق أقصى ما يمكن من الإنجازات من أى جهاز . وقد يستدعى الأمر استخدام مبنى فى حجم عمارة إمباير ستيت تودع فيها آلات حاسبة تكون لها نفس القدرة التى يتمتع بها قائد الطائرة النفاثة المتوسطة بالسلاح الجوى ، الذى يحوى عقله ما يقرب من عشرة بلايين من العناصر الثنائية التى تقوم بإصدار القرارات » .

كما قدم وولتر ويليامز ، مدير العمليات السابق فى برنامج ميركورى ، أروع تعليق فى تقريره الرسمى عن أول عملية للطيران المدارى فى سفينة تحمل بشراً ، تعليقاً يعكس لنا مواقف فى غاية الأهمية بالنسبة لتحديد أنواع أجهزة المستقبل التى تتألف من الآلة والإنسان مجتمعين ، والتى ستستخدم فى الطيران المدارى وفيما بين الكواكب حيث قال: « بالرغم من روعة أداء شبكة المواصلات أثناء الطيران ، فإنه كان واضحاً فى مركز التحكم أن قائد السفينة ميركورى كان الشخص الوحيد الذى يعلم بكل ما يجرى فى أجهزتها ، مما هيأ له أجمل فرصة لممارسة التحكم فى الطيران . على أنه من الأهمية بمكان أنه استطاع الاستمرار فى إرسال التقارير المفصلة عن الأجهزة ، والقيام شخصياً بأخذ وتسجيل أرصاد

---

(1) North American Aviation

للطقس ، وبعض الظواهر الفلكية ، والتقاط بعض الصور الفوتوغرافية ، حتى في الفترة التي يقوم فيها بتقييم أجهزة التحكم .

ويكرر الكاتب هذه الإشارة إلى عملية الطيران التي قام بها جلين بالذات فقد كانت رحلته هذه رحلة رائدة تم فيها أعنف اختبار لقدرة الإنسان على التكيف. وكان للرحلات التالية التي قام بها كاربنتر وشيرا وكوبر نصيبها من الأخطار المحدقة . إلا أن النجاح في كل من هذه الرحلات كان نتيجة الخبرة التي كسبناها من الرحلات السابقة لها .

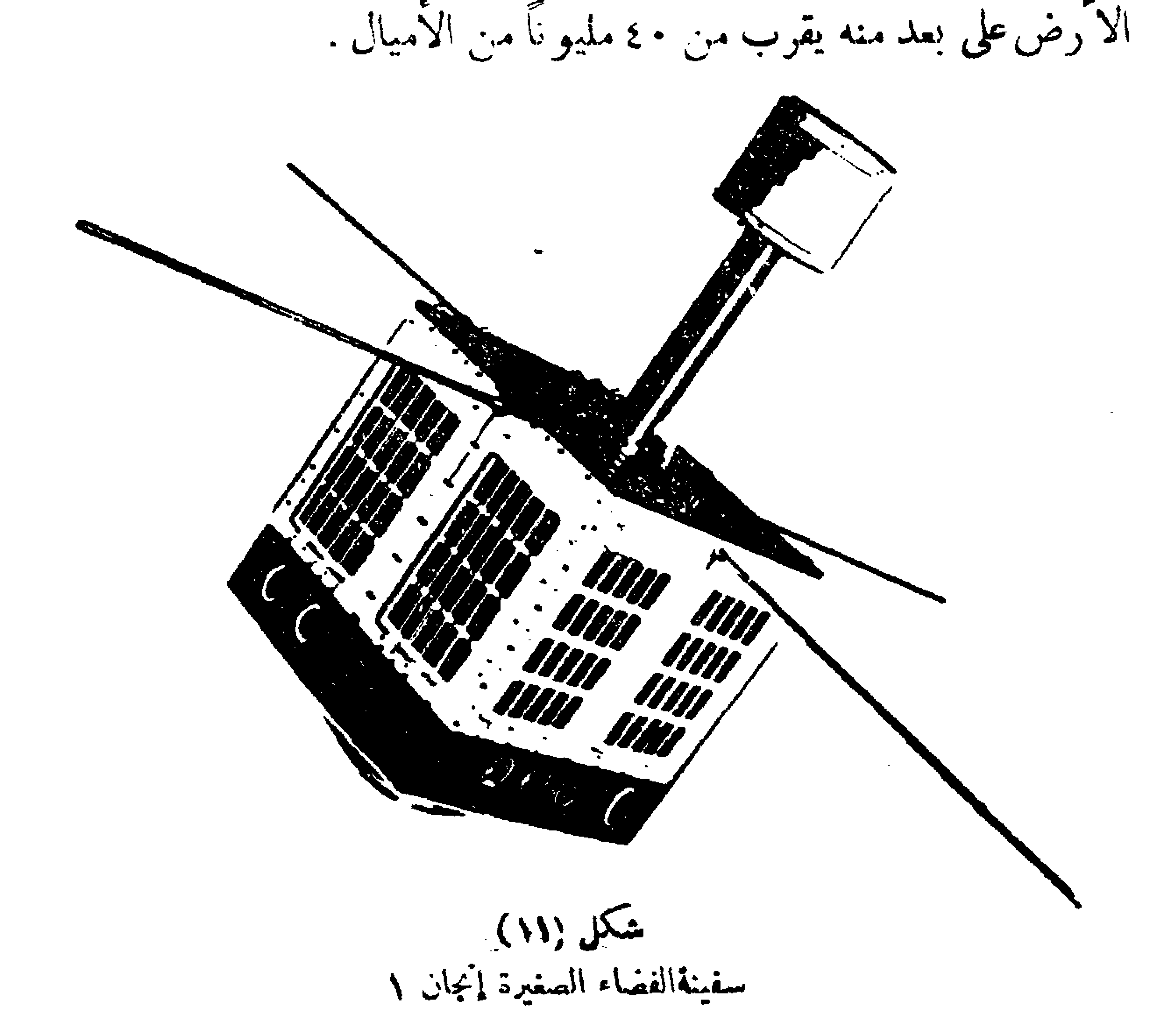
كما أننا كسبنا من هذه الرحلات الفضائية الرائدة مجتمعة ، التي تضمنها برنامج ميركوري ، كسبنا منها « حقيقة مثبتة وإنجازاً لا يمكن إهماله ». وبعبارة أخرى أصبح لدينا في الوقت الحاضر طريق واضح من الخبرة ، حقيقي وحيوي، نستطيع منه أن نخطط للأجهزة والمهمات التي سيكلف بهما كل من برنامجي جيميني وأبوللو ، اللتين بنيتا بعيداً عن طريق الصدفة ، حول أجهزة يقوم الإنسان فيها بدور المتحكم الأول وإصدار القرارات . أما الآلات فقد وضعت بها لإعداد ومعاونة قدرات الإنسان .

ويجب ألا ينتقص ما سبق ذكره من قيمة المجهود المتصل الذي يقوم به العلماء لاستغلال الجهاز الآلي إلى أقصى حد ممكن تحت ظروف معينة . وقد قدم لنا الدكتور فان ألن مقارنة رائعة بين جهازي الإنسان والآلة ، كما قدم لنا مفتاح الطريق لأجهزة الفضاء المستقبلة — على النحو الذي يغلب على طريقة إنتاجها . فقال :

« حدث في يونيو عام ١٩٦١ أن نجح فريق صغير منا ببناء وإطلاق قمر صناعي صغير أطلقنا عليه إسم إنجان-١ (Injun1) وقد ساعدتنا في هذا العمل إدارة البحوث التابعة للأسطول في جامعتي . وقد استطاع هذا القمر الصغير ،

الذى يزن ٤٧ رطلاً ،فى خلال ثمانية عشر شهراً بعد إطلاقه ، أن يجمع ما يزيد على ١٠ ملايين من الأرصادعن البيئة الفضائية ، والإشعاع، والبيئة الأرضية . وإنه لمن الواضح، كما أعتقد ، أنك لن تستطيع أن تتصور أى سفينة محمله بالبشر لاتزن بالطبع ٤٧ رطلاً كحمولة كلية ،كان فى وسعها أن تدور حول الأرض مدة١٨شهراً، وتنجز شيئاً شبيهاً بمجموعة الأرصاد التى أتاحها لناجهازميكانيكى بحت . لقد كانت دراسة جذابة أن نفكر فى مختلف العلاقات بين الإنسان والأجهزة العلميةوالآلات. وأعتقد أن كل فرد يتفق معى فى أن التحليل النهائى يتضمن أن هناك على الدوام رجلاً فى الجهاز بالرغم من عدم ظهوره فى اللحظة الأولى .

« وتختلف الأجهزة العلمية اختلافاً بيناً ، من الميكرسكوب مثلاً ، الذى تضع أزراره على الأرض وتشغله ، ثم تبدأ فى فحص عيناتك ، إلى وسائل التحكم من بعد فى سفينة للفضاء كما هو الحال مثلاً فى حالة مارينر، ذلك السابر الذى مر بكوكب الزهرة ، واستجاب بنجاح للتعليمات التى أبرقت إليه من الأرض على بعد منه يقرب من ٤٠ مليوناً من الأميال .



شكل (١١)
سفينةالفضاء الصغيرة إنجان ١

« ولا شك أن هذا مثال حي للعمليات البعيدة التي يقوم بها جهاز علمي . ولعله أفضل مثل عرفناه حتى الآن للدور اللازم الذي استطاع الإنسان ، رغم عدم ظهوره في الجهاز ، أن يلعبه ضمن العملية . وإنه لمن المدهش لمن يراقب التلسكوبات اللاسلكية ، وهي تعمل ، ألا يرى فيها كائناً بشرياً . فها هي الأطباق الضخمة ، أو التلسكوبات ، تدور وتدور ، لتلتقط أثناء دورانها نوعاً من الأرصاد العلمية . إلا أني أود أن أشير بصفة خاصة إلى عدم ظهور إنسان ما ، بطريقة مصطنعة ، بينما أنت وأنا نعلم علم اليقين بوجود رجل في مكان ما في الجهاز .

« وقد أكون قائماً بتخطيط تجربة في ويليامز باي في وسكونسن بينما يقوم هذا الرجل بتخطيط آخر في بالومار . ولكنه جزء من الجهاز على أي حال . وبهذا أرجو أن أكون قد نجحت هنا في إيضاح وجود كل أنواع الدرجات التي يمكن أن يكون الإنسان بها جزءاً من الجهاز العلمي .

« ولا بد لمن يرغب في إنجاز عمل له قيمته ، من أن يصمم جهازاً من النوع الذي أطلق عليه اسم : العلاقة الحية بين الآلة والإنسان . وقد أخذ الإنسان في الواقع يفكر في شيء من هذا القبيل ، ويدرك طريق الوصول إليه ، كما أن له علاقة حية بالآلات . فهي تعمل ما يعتقد هو في وجوب عمله تحت مجموعة معينة من الظروف . وفي وسع الإنسان أن يفكر ، من وجهة نظر معينه ، في آلة لا تعمل إلا بمثابة امتداد لحواس الإنسان . أي أنك لا تستطيع أن ترى شيئاً ما بعينك المجردة ، فتضطر لاستخدام الميكروسكوب .

« وأعتقد أنه من الحق أن يقال إن كل الأجهزة العلمية هي بحكم الضرورة من هذا النوع ، امتداد لحواس الإنسان وقدراته. على أن لدى الغالبية منا شعوراً بأن هذه العلاقة الحية تخمد عند درجة معينة من التعقيد. فليس هناك من يدري ، على وجه التأكيد ، النقطة التي يحدث فيها هذا الخمود في ظرف معين .. ». [1]

---

(١) من محاضر لجنة العلوم والملاحة الفلكية المنبثقة من الكونجرس في دورته الثامنة والثمانين ، يناير عام ١٩٦٣ .

إلا أن العلماء يعملون فى الوقت الحاضر فى أوقات إضافية لمجرد تعيين ماهية تلك النقطة فى ظرف معين . وتهدف الأبحاث الجارية إلى قياس مدى ماتصل إليه الآلات من قدرة فى مهمات الكشف التى يكلفها بها الرجال . ويدور معظم هذا السؤال ، لاحول قدرات الآلات التى ستبحر عبر الفضاء فحسب، ولكن فوق ذلك حول العقول الإلكترونية التى تبقى هنا على الأرض والتى يستخدمها الرجال بمعدل يتزايد بانتظام حتى يستطيعوا أن يقوموا بتخطيط أفضل للبحوث والكشوف المستقبلة.

وعلينا فى هذا المجال أن نرجع إلى الآراء ووجهات النظر التى يبديها العلماء والمهندسون الذين يعملون عن كثب فى هذا الموضوع . ويجدر بنا فى هذا المقام أن نشير إلى تعليق هام ورد على لسان الأستاذ وولتر ، من قادة علماء وظائف الأعصاب ، حيث قال : « الشيء الذى يرجى منه النفع حقاً هو نوع من مولد الإلهام. فإن قدرة الإلهام عند الطبيب أو العالم المنهمك قد أصبحت مجهدة إلى درجة الخمود : فهناك كميات كبيرة من البيانات لكل مريض من الواجب تحليلها. وفى الإمكان إدخال هذه البيانات فى الآلة التى تستطيع ، بتوليد الإلهام ، التشخيص المبنى على معدل نبض المريض وعمره ورسم قلبه الكهربائى » .

هذا ولاشك شيء بديع إذا استطعت أن تجد عدداً كافياً من المرضى الذين يقبلون عرض أنفسهم لأجهزة الإلهام الإلكترونية .

ويعلن كثير من العلماء أننا لا نضع العقل الإلكترونى تحت الاختبار من حيث إحلاله محل العقل البشرى الذى لايمكن تقييمه ، ولكنا بدلاً من ذلك نكدح تحت ظروف تجمعات المعلومات الهائلة لمساعدة قدرات العقل البشرى. وقد عبر رويرت رامى ، عالم الفيزياء بشركة وستنجهاوس ، عن آمال العلماء فى العقول الإلكترونية بقوله : « إن الآلة البخارية قد زادت من قوة العضلات البشرية . وها نحن الآن نزيد قوة العقل البشرى » .

وعلى ذلك يكون المقصود حرفياً بصناعة العقول الآلية ، من هذه الناحية ، أن تكون امتداداً لقدرة العقل البشرى. فهى ليست أداة لحل مشكلات الإنسان أو ترياقاً لكربنا ، بل هى الآلات التى تمكن الإنسان من أن يقتصد فى الوقت الذى تتطلبه العقول البشرية عادة لحل بعض المشاكل المعينة ، أو لإجراء حسابات يستغرق إجراؤها بالوسائل الأخرى من الوقت مايزيد على عمر معمل كامل من العلماء — وتجرى فى الوقت الحاضر فى ساعات . وهاهى الآلات الحاسبة الحديثة الضخمة ، فى وسعها أن تلفظ النتيجة النهائية لعملية حسابية فى جزء من مليون جزء من الثانية .

ولا يسع أحداً أن ينكر الحاجة الماسة لهذه الآلات فى ضغط الوقت، وتقديم الحلول لمسائل علمية بلغت من التعقيد حداً لا يتصوره العقل . وفى وسع الالات الحاسبة أن تدور مع الساعة وهى تحل مشاكل علماء الطبيعة أو أى نوع آخر من العلماء ، مشاكل فوق طاقتهم التى أضناها عدد قليل من السنين وهم يملكون خلالها القدرة على الإنتاج الفكرى .

وقد يكون ظهور العقول الإلكترونية العملاقة فوق طاقة إدراكنا . وها نحن نسلك كثيراً من طرق هذا التطوير . وها هو تركيب العقل الإلكترونى ، من الناحية الميكانيكية ، فى جهاز الشبكة العصبية ، يشكل بقدر الإمكان صورة طبق الأصل من المخ البشرى من حيث التشريح والبناء ، مما يؤهله القدرة على «التفكير» عن طريق الاحتفاظ بكميات ضخمة من الحقائق .

وعلم الاستنباط[١] ، فى لغة عالم الآلة الحاسبة ، هو علم القدرة على الإلهام أو قوة الفراسة فى النظر إلى الأسس التى نحكم بها على الأشياء ، والقدرة على التعليل وحل المعضلات . وهذا هو علم الآلة الحاسبة الذى يشير إليه الأستاذ وولتر .

---

(١) Heuristics

وآخر العلوم التى سنشير إليها ، وليس أقلها ، علـم الإلـكترونيات الحيوية[1]. ولابد للمحاولات التى تبذل لتعريف هذا العلم من أن تصارع تيار النزاع القائم بين مجموعات من العلماء حول مختلف التفسيرات.على أنه يبدو أن أقرب تفسير حاز نسبة كبيرة من القبول هو الذى يدعو إلى أن علم الإلـكترونيات الحيوية هو الجهاز الذى يؤدى وظيفة الإدراك، ثم توليد وسائل الحياة بطريقة يمكن استغلالها ، وربط هذه الوسائل بالالـكترونيات . أوهو إدراك وظائف الأجهزة البيولوجية الحية وتهيئة هذا الإدراك للأجهزة الآلية الإلـكترونية الميـكانيـكية .

وقد جاء فى مجلة « كوارتر لى ريفيو »[2] التى تصدرها جامعة الطيران التابعة للسلاح الجوى الأمريكى (المجلد ١٢ العدد ١) أن : « علم الإلـكترونيات الحيوية وعلم الإلـكترونيات الجزيئية موضوعان لايدخلان فى حدود النظرية الإلـكترونية التقليدية . فعلم الإلـكترونيات الحيوية (أوالبيولوجية) نوع من التـكنولوجيا يسعى ، عن طريق دراسة الأجهزة الحية ، لخلق دوائر إلـكترونية تقوم بأداء وظائف تشبه الوظائف المعقدة التى تقوم بها الأجهزة الحية المعقدة » .

وامتدت الدراسة الخاصة إلى وصف علم الإلـكترونيات الجزيئية على أنه مجال فى دراسة الجوامد « تؤلف فيه المواد التى تتميز بخواص إلـكترونية معينة لابتـكار قوالب دقيقة من مواد تؤدى وظائف إلـكترونية كانت تباشرها من قبل عدة مركبات إلـكترونية تقليدية ملحومة بعضها فى بعض،فإذاماوصلت هذه القوالب الإلـكترونية الأدائية بعضها ببعض تكونت منها أجهزة أدائية

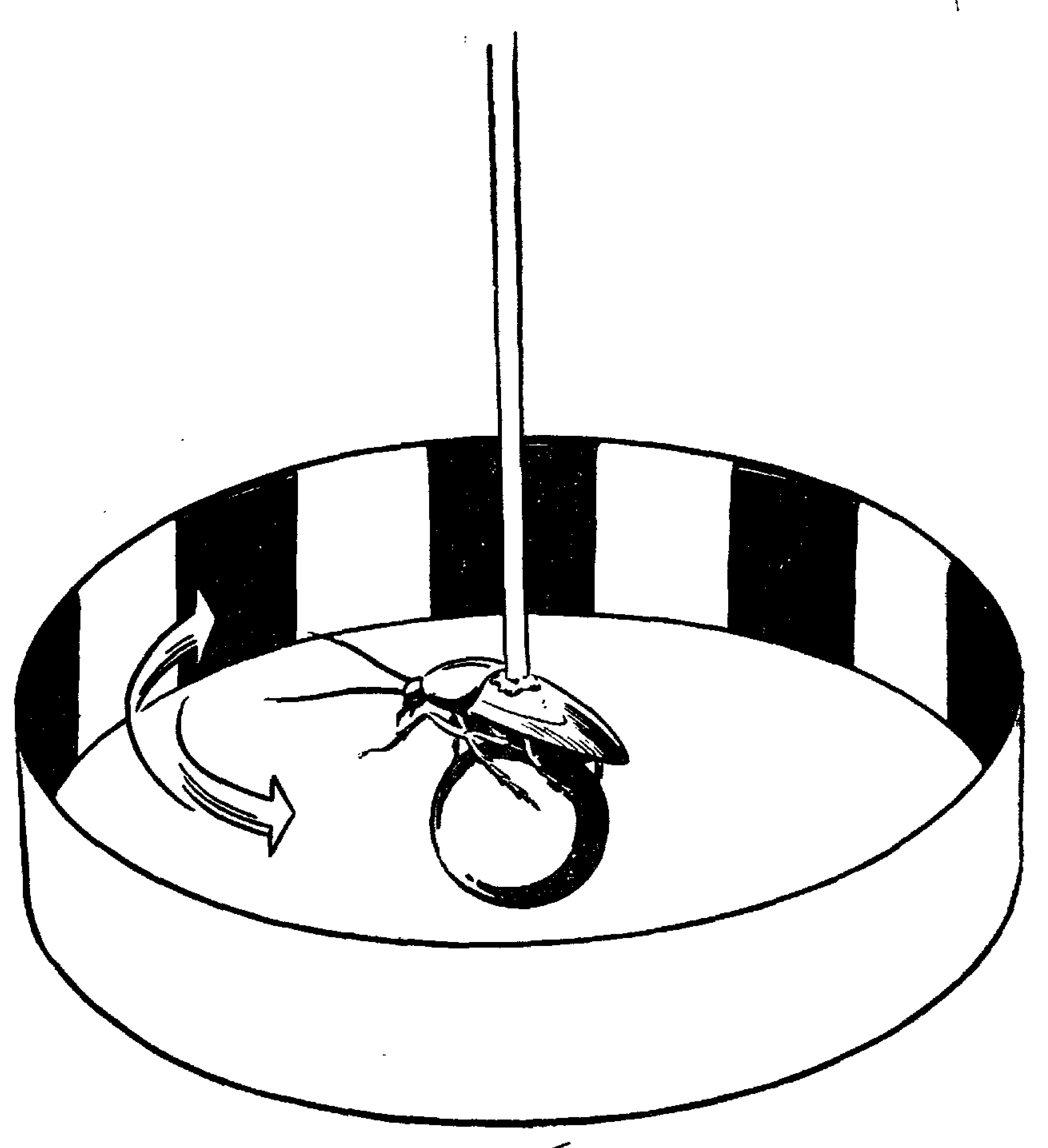
وتعطى المجلة وصفاً لأحد هذه الأجهزة ، الذى يوضح بطريقة مسرحية

---

(١) Bionics

(٢) Quarterly Review

العلاقة بين الإنسان والآلة عندما يجتمعان فى جهاز واحد ، على نحو مايعبّر عنه فى علم الإلـكترونيات البيولوجية :



شكل (١٢)
تجربة يجريها السلاح الجوى فى علم الإلـكترونيات الحيوية على خنفسة

«أدت إحدى التجارب التى أجريت على الخنافس إلى ابتكار أدق مقياس صمم حتى الآن لسرعة الطائرات بالنسبة للأرض . علقت الخنفسة تعليقاً ثابتاً فى مركز طارة عريضة دوارة . وقد رُسِمَت على جدار الطارة لوحات سوداء وبيضاء على التوالى . فإذا دارت الطارة تجاوبت عينا الخنفسة مع اللوحات البيضاء دون السوداء . وقد اكتُشِفَ وجود ترابط تلقائى بين عينى الخنفسة وتشكيلة عشوائية من الأضواء . وقيست تجاوباتها بحركة جسم مستدير كانت

تمسكه بأرجلها ، فوُجد أن مقدار الحركة كان متجاوباً مع الإثارة الناتجة من تشكيلة الصور الضوئية . وقد دلت حركة الجسم المستدير على الجهة التى كانت الخنفسة تود أن تتحرك فيها لو أنها كانت طليقة. فلما دُرِس هذا الترابط التلقائى بطريقة رياضية ، اتضح أنه فى الإمكان تصميم جهاز ميكانيكى يعمل على هذا الأساس . وترجمت كل وحدة بيولوجية تضمنها الإحساس بالحركة إلى نظير إلكترونى . ومن هنا وضعت خليتان كهروضوئيتان فى مقدمة الطائرة ومؤخرتها لتمثيل عينى الخنفسة . ثم زودت الطائرة بوحدات إلكترونية أخرى مكملة لهذا المقياس الدقيق لسرعة الطائرة بالنسبة للأرض ، حيث تسجل الخليتان الحسيتان ، اللتان تقومان مقام جهازين للاستقبال ، والمثبتتان فى الطائرة ، مرورهما فوق نفس النقطة على سطح الأرض ، وتقيسان الوقت الذى يمضى بين مرور الخليتين على تلك النقطة ، ومنها يمكن تعيين سرعة الطائرة بالنسبة للأرض .

وتؤدى هذه المنتجات الإلكترونية البيولوجية وظائفها بطريقة رائعة ، وخاصة إذا استخدمت لأداء عمل محدود منفرد ومعين ، مثل تعيين سرعة الطائرة بالنسبة للأرض . ولن تعترضنا المتاعب إلا عندما نجمع ، لا مئات ، ولا آلافاً ، بل عشرات الآلاف ومئات الآلاف من هذا العمل المفرد فى جهاز ضخم متشابك تتكامل وحداته ، جهاز لابد له من أن يؤدى وظيفته التى يكلف بها بسرعة فائقة ووثوقية لا يشك فيها . ولا أقصد بالمتاعب الصعاب الفنية ، ولكنى أشير إلى المشاكل التى تبلغ فى ضخامتها حداً يجعل لها من النتائج مايرعب مستخدمى هذا الجهاز ، على نحو ماحدث مرة فى حادث يعرفه السلاح الجوى باسم « حادث المحرك المحترق » .

فقد كان الكولونيل ويليام كوك ، الضابط النوبتجى فى مقر قيادة الساك[1] التحت أرضى ، يفحص ستة مصابيح متوهجة فى مكتبه ، وذلك

(١) SAC وهو مختصر Strategic Air Command بمعنى السلاح الجوى الإستراتيجى .

قبل الساعة الرابعة واثنتين وخمسين دقيقة بثوان من صباح ٢٤ نوفمبر ١٩٦١ .

وكانت هذه المصابيح دليلاً بصرياً على أن عدة آلاف من أميال الأسلاك ، التى تتكون منها شبكة المواصلات بين مقر قيادة الساك ومواقع القتال النائية المنتشرة عبر المنطقة المتجمدة الشمالية ، كانت تؤدى وظائفها بطريقة سليمة .

إلا أنه حدث فى الساعة ٥٢ : ٤ صباحاً أن أومض ضوء أخضر رعاش ، تنبه له الكولونيل . ولم يكن يستطيع ، بصفته كبير المراقبين فى غرفة الحرب التحت أرضية ، أن يستغنى عن وسائل الاتصال التى يشير أى تصدع فيها إلى تدمير موقع أمامى خطير من مواقع القتال ، أو قد يعنى حرباً نووية . وقد يعنى كذلك خللاً تكنولوجياً ، كأن يكون اختلاجاً أو تقلصاً فى أحد أوتار العقل الإلكترونى وقد يعنى أى شىء آخر . والواجب يقضى بالعمل تبعاً لأسوأ الفروض .

وأومض الضوء الأخضر مرة أخرى ، ثم انطفأ . وقد كان هذا دليلاً أمام الكولونيل كوك على أن وسائل الاتصال ، بين الساك ومحطات الإنذار المبكر عن القذائف الصاروخية بجرينلاند وجزء من ألاسكا ، قد قطعت . وكان من سوء الحظ أن وقع فى نفس الوقت حادث مشابه ، فقد انقطع الاتصال بين مقر قيادة الدفاع الجوى عن أمريكا الشمالية فى كولورادو ومحطات المنطقة المتجمدة الشمالية .

فما سبب قطع الاتصالات ؟ هل كان عاصفة كهربائية ، أو تقلصاً إلكترونياً ، أو زلزالاً أرضياً ، أو انفجاراً محلياً ، أو هجوماً قام به العدو غدراً . إلا أن الإنسان ليس لديه وقت للتفكير فى عالم تسود فيه القذائف الصاروخية ذات الرؤوس الذرية ، بل عليه أن يعمل . شىء ما يحدث فى شبكة صناعية واسعة ، ومعقدة ، ثم تهب دولة لحرب مدمرة .

أعلنت الكلمة لتتحرك قوة الساك للتأهبة إلى ممرات الانطلاق « فى حالة تأهب تام تحت الرقابة الإيجابية » .

وكان الوقت اللازم لمراقبة الضوء الأخضر وانطفائه ، وتفسير الحادث ، وإبلاغ قائد الساك بالتحرك — كان ثلاثين ثانية تماماً .

وفى دقائق هرع ألوف من الرجال للعمل ، ودبت الحياة فى سبعمائة وخمسين

قاذفة نفاثة محملة كل منها بأسلحة نووية، زمجر فيها مايزيد على خمسة آلاف محرك نفاث قوى . وتحركت عصى القيادة تحت أيدى الرجال، وأسرعت العمالقة ذات الأجنحة المسحوبة [1] إلى ممراتها حيث انتظرت فى حالة تأهب تام . كما اتخذت مئات أخرى من الطائرات الحربية ، وعدة آلاف من الرجال ، موقف التأهب الساخن . كل هذا بسبب المصباح الذى انطفأ بينما كان الواجب أن يضىء باللون الأخضر .

ومرت دقائق ، ظلت الدوائر الأرضية أثناءها مقطوعة ، والمصباح مظلماً . وعندئذ أبرق شخص ما برسالة إلى رجل يحلق بطائرته على ارتفاع ٥٠ر٠٠٠ قدم فوق جرينلاند . فما كان من هذا الطيار إلا أن شغل وسائل اتصالاته ، ثم اتصل بثيول ، وأبرق بالرد إلى مقر قيادة السالك يقول فيها إن موقع الرادار فى ثيول سليم .

استغرق هذا بعض الوقت . إلا أن الفنيين تمكنوا من كشف موضع الخطأ ، الذى لم يكن إلاخللاً ميكانيكياً طرأ على إحدى محطات الأمواج الدقيقة للترديد بكولورادو ، حيث زادت الحرارة فى أحد المحركات فتعطل فجأة . فكان هذا الخلل البسيط سبباً فى دفع القوة الضاربة للسالك عند ذروة التأهب للانطلاق .

ويقدم لنا هذا الحادث مثلاً واضحاً آخر للترابط بين الرجل والآلة . فقد كان من المستحيل على الولايات المتحدة أن تصل ، بدون شبكة المواصلات الإلكترونية، إلى هذا المستوى من التأهب الدائم . كما أنه مالم يكن لدينا أفراد مهرة مدربون على استعداد دائم لتفسير الإشارات التى ترسلها الأجهزة ، والرد عليها بالقول أو بالفعل ، لأصبحنا فى خطر حرب نووية مدمرة قد تندلع فى أية لحظة بسبب حادث بسيط ، أو خلل طفيف يصيب الجهاز الآلى . وفى هذا المثال تعبير صادق وواضح للعلاقة التى تتضمن أن الشبكة تمتاز بقدر كبير من الذكاء،

---

(١) الجناح المسحوب هو الجناح السميك عند كتف الطائرة الذى يقل سمكه نحو الوراء إلى أن يصبح حرفه خطاً حاداً فى مؤخرته (المترجم) .

وتتمتع بقدرات هائلة ، ولو أنها تفتقر إلى القدرة على الحكم .

وها هو الأستاذ جون تروكسال الذى يعمل بمعهد بروكلين للفنون التطبيقية يؤكد لنا : « أن الآلات لا يمكن أن يصيبها الكلال أو الملل ، وهى دائماً متيقظة بدون شرود ، وتعمل دون الوقوع فى أخطاء شخصية » .

إلا أن الخبرة والحقائق لا تتفق واستنتاجات الأستاذ الطيب . فالمعادن يصيبها الكلال . ولا شك أن ركاب عدد كبير من الطائرات النفاثة قد اكتشفوا هذا فى اللحظات القصيرة والأخيرة التى أعقبت وقوع الانفجارات عندما تناثرت أجزاء الطائرات بسبب ما أصاب الأجزاء المعدنية من إنهاك أدى إلى خلل . وها هو أسطول ضخم من القاذفات النفاثة أحيل إلى التقاعد عن الخدمة العاملة بسبب الكلال الذى أصاب بعض أجزائها المعدنية فأصبحت أضعف مما كانت يوم خرجت من خطوط الإنتاج .

وقد لا يكون لدى الآلات حاسة الانتباه التى تشرد ، ولكنها أعدت عند بنائها بقدرات حسية هى أهدافها الرئيسية . فإذا اعتقدنا لحظة واحدة أن هذه القدرات لا يمكن أن يصيبها الذهول أو الإرهاق ، فإننا ، مرة أخرى ، نجافى الحقائق .

فالجهاز المعقد يعتمد فعلاً ، فى تأدية وظائفه بطريقة سليمة، على تيار لا ينقطع من القوة . وفى وسع شرارة كهربائية قصيرة أن تودى بفعالية آلة معقدة تمتاز بقدرة مذهلة. وقد عانت الولايات المتحدة طويلاً من حوادث الخلل فى أجهزتها المعقدة .فقد تسبب مفتاح، فى وضع خاطىء، فى استنزاف كل القوة الكهربائية لعدد من سفن الفضاء رينجر ، فصمتت آلاتها وأصبحت عديمة الجدوى ، وبدأت تترنح وتتعثر كالمعتوه الذى فقد عقله فى وقت كانت على بعد بضع مئات من الأميال من سطح القمر ، ثم انحرفت مارقة نحو الفضاء السحيق دون أن تكشف سراً واحداً من أسرار العالم الصغير الذى كان قريباً من سطوحها

اللامعة . وقد وصلت حدة التهكم ، على حوادث الخلل فى سفن الفضاء رينجر ، أقصى حد لها ، بعد إطلاق السفينة السادسة . فكانت الصواريخ الدافعة قد أطلقت السفينة رينجر المعقدة حاملة عدداً من الأجهزة وآلات التصوير فى مسار مرسوم إلى الفضاء تصل عليه إلى القمر . حتى إذا وقع الخلل ، وكانت السفينة قد قطعت ما يقرب من ربع مليون من الأميال ، راحت آلات التصوير ، وما يتبعها من معدات ضخمة ضحية التهاب حلق إلكترونى .

وفى وسع حدث صغير ، لا يتعدى ظهور رطوبة غير متوقعة فى المكان الصحيح ، وفى الوقت الصحيح ، أن يُحدث فى أية آلة ارتباكاً شديداً يزج بنتائجها إلى موضع الشك . وهذه مشاكل لا يمكن أن تُحَل إلا عن طريق نوع من العقول يخرج عن طاقة الآلة ، عقلٍ يستطيع أن يزن الأشياء ، ويحكم عليها ويصدر القرارات بشأنها — عقلٍ ذى ساقين .

وتمثل مشكلة تدخل غير المتوقع فى الآلات التى تنال أكبر قسط من الحماية ، تمثل على الدوام كابوساً يُزعج علماء الآلات الحاسبة . ولعل أفضل مثل لهذه المفاجآت المزعجة التى تصيب المعدات الحساسة هو ما حدث فى أوائل صيف عام ١٩٦٤ فى مركز جودارد للطيران الفضائى بولاية ميريلاند .

يحتفظ مركز جودارد ، ضمن مالديه من إمكانيات حديثة متقدمة ، بغرفة اختبار بصرى تقوم عليها حراسة مشددة تفوق حراسة فورت نوكس. فقد قام العلماء بحماية كل الفتحات المؤدية إلى الغرفة بمجموعة من أجهزة الترشيح منعاً لأى تلوث قد يتسرب إليها من الخارج ، حتى من البكتيريا والفيروسات التى لا تراها العين . وأعدت الغرفة ، علاوة على ذلك ، بأجهزة للتبريد تؤهلها للاحتفاظ بدرجة حرارة ثابتة ، قدرها ٧٦ درجة فهرنهيتيه تحت الصفر .

وقد استغلت جميع وسائل الحماية الممكنة للمحافظة على خلو الغرفة خلواً تاماً من أى عنصر خارجى . ويبدو أن هذا الإجراء نجح ضد البكتيريا والفيروسات. إلا

أن العلماء ذهلوا فى صباح أحد الأيام عندما تبين لهم أن كل وسائلهم الوقائية لم تنجح ضد عدد كبير من البراغيث وجدت داخل الغرفة !

وهل تخطىء الآلات الحاسبة ؟ لا أقصد الأخطاء الصغيرة ، بل أخطاء كبيرة ومذهلة ؟ وعادة ما يكون الرد على هذا السؤال كلمة «لا» مقرونة بالسخط الذى قد يصل إلى حد الإثارة .

إلا أنه من المهم أن الآلات الحاسبة التى تنبأت عن قوة انفجار القنبلة النووية مايك التى فجرت فى إنيوتوك (أول نوفمبر ١٩٥٢) كانت قد أعلنت قوة انفجار تقرب من ٣ ميجا طن .

وكان هذا خطأ من الآلة الحاسبة . فقد ارتفع ساق عش الغراب ورأسه المنتفخ ، الذى غطى سماء المحيط الهادى ، من كرة نارية مروعة كانت نتيجة لقوة تفجر قدرت بعشرة ملايين طن من المواد شديدة الانفجار ، أو عشرة ميجا طن.

ولم تمض سوى ثمانية عشر شهراً على هذا الخطأ الحسابى حتى أخطأت العقول الإلكترونية مرة أخرى فى التنبؤ عن قوة انفجار نووى آخر قدرته الآلة الحاسبة بحوالى سبعة ميجا طن .

إلا أن الوهج الذى أفقد البصر من عيون حيوانات التجارب التى كانت على بعد من الانفجار ، يبلغ حوالى أربعمائة من الأميال ، لابد أنه جاء نتيجة انفجار قوته عشرون ميجا طن .

على أن هذه الأخطاء لا يمكن أن تكون سبباً فى الإساءة إلى الآلات الحاسبة أو الإبخاس من قيمتها فى حياة الإنسان . فقد بلغت من الأهمية حداً لا يستطيع معه مجتمعنا ، الذى يعيش فى بداية عصر التكنولوجيا ، أن يستمر بدون خدماتها فى أنشطته بخطواته الحالية ، فضلاً عن توسيع هذه الخطوات . على أنه يبدو من اللازم ، فى ضوء الادعاءات الخيالية لإمكان صنع آلات حاسبة ضخمة تكون بمثابة ترياق لحل مشكلات الإنسان الكبرى

أن نقف ببساطة لنلقى نظرة فاحصة على هذه الادعاءات . فإن هـذه العقول الإلـكترونية ، بالرغم من العجائب التى تقوم بها فى الوقت الحاضر ، وإمكانية نموها الطبيعى بدرجة لا يتصورها العقل ، لاتصلح بديلاً للمسئولية ، أو لمواجهة كل يوم جديد ، وما يصحبه من مفاجآت .

وها نحن نستخدم جميع أنواع العقول الإلـكترونية . وتُعتبَر الآلات الحاسبة الأصبعية ، من بين العملاقة ، فى أعلى مراتب تلك الآلات ، أو هى على حد قول أحد العلماء « كائن سام يبرز منه بليون من الأصابع يستطيع بها أن يعد بسرعة تزيد ملايين المرات عن السرعة التى يعد بها إنسان واحد بأصابعه المحصوبة العشرة » .

وتعتبر الآلات الحاسبة العملاقة (مثل إينياج) ، فى نظر العلماء الذين يتطلعون إلى المستقبل ، شيئاً لا يعدو أن يكون جمعاً هائلاً قبيح المنظر من الزوائد الإلـكترونية ، مضغوطة كل منها على الأخرى دون أن تكون دليلاً قوياً للعقول السامية الحقيقية التى ستظهر فى ذلك المستقبل.

وقد صنعنا سلالات مختلفة من الآلات الحاسبة للرقص على نغمات مختلف المشاكل . فالآلات الحاسبة القياسية تؤدى وظيفتها على أساس القياس ، لا يهمها ماذا تقيس — سواء كان تياراً ، أو معدلاً ، أو ضغط الضوء ، أو ثقلاً ، أو فرقاً فى الجهد — ثم تترجم هذه القياسات الإلـكترونية إلى بيانات يستطيع الإنسان إدراكها واستخدامها . فإذا بقيت بعد ذلك مشاكل لم نصل إلى حل لها ، أستُدعى ابن عم للآلة الحاسبة القياسية — يعرف باسم المحلل التفاضلى — ليقدم ألحانه الإلـكترونية التى تصلح لحل مشكلاتنا المعقدة .

ومن المغريات الدائمة لعلماء الآلات الحاسبة زيادة أنواع العمليات التى تقوم بها الآلات الحاسبة . فلدينا بعض الآلات الحاسبة الضخمة التى تشغل مبانى بأكملها يبلغ ارتفاعها ستة أدوار وتتسع لسكنى مائتى عائلة فى بحبوحة من

لراحة . ولا يقتصر هدفهم على زيادة قدرات الآلات الحاسبة ، ولكنهم يهدفون فوق ذلك إلى ضغط حجمها بنسبة كبيرة حتى نستطيع نقلها فى سفن الفضاء لتؤدى عمليات الحساب التى نطلبها منها ، بينما يكون فريق من الرجال يدور حول الجانب البعيد من كوكب المشترى ، مثلاً ، فى سفينتهم التى بثرتها الشهب . ويبدو أن الطريقة الوحيدة لتحقيق هذا الهدف ينحصر فى تحويل الأسلاك والأنابيب والدوائر والقوالب وغير ذلك من القطع الإلكترونية إلى أجهزة إلكترونية حيوية وجزيئية .

وتحوى الآلات الحاسبة الحديثة السحرية شراذم من الذرات رتبت فى أشكال وقوالب معينة . ولما لم يكفِ هذا لحل مشاكل تمنمة الآلات الحاسبة الإلكترونية ، لجأ العلماء فوق ذلك إلى الأعصاب ، الأمر الذى يضطر عنده العلماء إلى فرك أيديهم للعملية سوياً وهم يفكرون فيما يمكن إنتاجه . والعصب الإلكترونى شبيه بعصب مخ الإنسان ، فهو يستطيع أن يتعلم كما يتعلم العصب البشرى .

يقوم العقل الآلى فى هذه الماكينات الحاسبة ببلع وهضم ما يقدم إليه من مشاكل معينة . ولا يشق الظلام الذى يتلأ باطنه — إذا أردنا تصوير هذا العقل الصناعى ذى القدرة الهائلة — إلا وهج من ذرات مجردة تؤدى وظائف اللفظ والتصنيف والمفاضلة والتحليل والحساب وضرب البيانات ذهاباً وجيئة على مجموعات من الأعصاب . وفى هذا العالم الصغير تشغل الإلكترونات وتجزأ الجزئيات ، وتقلب الجسيمات الذرية ، وتدفع وتثار . والسحر الإلكترونى مسألة وقت لا يستطيع الإنسان إدراكه ، وقت يقاس بأجزاء من مليون من الثانية ، وبكسور أجزاء من مليون من الثانية . وتحل المشاكل الرياضية بسرعة فائقة ، ثم يلفظ العقل الآلى ، بسهولة إلكترونية ، الكروت والأقراص البلاستيكية التى ينتظرها الرجال بشغف كبير .

وقد ذكر الدكتور بيتر كالى ، عالم الفيزياء الذى يعمـــــل بقسم الإيرونيوترونيات فى شركة فورد للسيارات « نحن فى حاجة إلى أجهزة إلـكترونية أكثر مواءمة تصمم على الأسس المنظمة للأجهزة البيولوجية . وقد أطلق على هـــذه الأجهزة الإلـكترونية المقترحة أسماء مختلفة ، مثل أجهزة إلـكترونية حيوية ، أو آلات حاسبة حيوية ، أو أجهزة ذاتية المواءمة » .

ويهدف هؤلاء العلماء إلى صنع عائلة من الماكينات تمتاز بالقدرة على تعيين أخطائها وهفواتها ، وعلى نبذ نقط الضعف فيهـا ، وعلى استغلال علب مليئة بالصواميل والقطع المعدنية والشريات الالـكترونية لانتاج الأشياء اللازمة للوصول إلى مستويات من التفـكير تفوق العقول الإلـكترونية « نيندرثال » المعاصرة .

وقد كان من حظ المؤلف أن زار شركة لوكهيد مع عدد من علمائها — وتعمل الشركة فى بناء حديث فى كاليفورنيا الوسطى — فوجد أن عملهم فى تلك الشركة العنيدة المنهمكة فى عملها ، والتى تدفع لهم مرتباتهم ، ينحصر فى التفـكير . . . فى إنتاج الأفـكار ، والتبصر فى الغد بدرجة تقرب قدر الإمكان من $\frac{٢٠}{٢٠}$.وفى الإمكان وصف آرائهم بأنها محاولة لتجنب التعثر فى المستقبل ، أو الاضطرار إلى العمل فى اللحظة الأخيرة إذا حدثت مفاجآت ذات أثر قوى على الشركة، أو على البلاد، أو على صالح سكان المستقبل... إنهم يعلمون فى مصنع للتفكير ، وينحصر أعظم إنتاجهم فى الأفـكار والآراء .

وقد صرح كثير من الرجال بأننا « على أعتاب الأشياء التى يصعب تصديقها . . . نتطلع إلى نتائج طويلة المدى ، أما الصورة المساعدة المباشرة فهى التحكم ، أو ، على وجه أصح ، التحكم والتوجيه . . نتطلع إلى جهاز لديه قدرة الحركة تبعاً لما يطلب منه (فى حدود مقبولة بطبيعة الحال) . على أن هناك مجال نظرية التحويل التى تغدر بنا . وتتضمن هذه قوالب البناء فى المخ .

قوالب بناء من الأعصاب . فإذا أردت أن تلصق ورقة تحمل اسمها فإن العقل الصناعى بكل ما يحمل الأسم من معنى ، هو خير ما يسمى به .

« وها نحن نتطلع ، فى هذا الجهاز ، إلى خلق شىء فى صورة قالب أقرب ما يمكن إلى الجهاز العصبى الحيوانى . ففى المخ البشرى 10^{10} من الأعصاب — أو عشرة بلايين من الأعصاب . فإذا ثبت أننا سائرون فى الطريق الصحيح نحو التقدم فسنقترب من آلات حاسبة لا تشبه شيئاً مما لدينا هذه الأيام ، أو مما يستطيع أن يتصوره الناس . فنحن نفكر فى ماكينة — ولو أن هذه كلمة وضيعة لها — تستطيع أن تصدر القرارات على أساس المعلومات التى تقدم إليها . . تستطيع أن تفعل هذا ، كما تستطيع ، عن طريق التحويل والتغذية الرجعية وتقدير الموقف ، أن تكتسب قدرة على إصدار القرارات التى تخرج عن نطاق الذاكرة البسيطة التى تتمتع بها الآلات الحاسبة فى وقتنا الحاضر .

« على أن هناك ، كما نتوقع ، بعض لحظات دقيقة جداً فى هذا كله . فعليك حين تحل مشكلة من المشاكل أن تعرف متى تصل إلى الحل ، وأن تعرف متى تقف — ولا بد أن يكون للآلة محك تعرف به أنها سائرة على الطريق الصحيح ، وتعرف به متى تعرف الوقت الذى تقف فيه . . فى هذه اللحظة تمارس الآلة عملية إصدار القرارات » .

وربما كان الحقد على المزايا النسبية للإنسان والآلة عاصفة رملية تسعى إلى إبعادنا عن الهدف الذى يجب أن نعمل له ، وها نحن نعمل له . فإن الاستنتاجات التى لا يُرَدُّ عليها من هذا النقاش هو أن أمر تفوق الانسان أو الآلات فى الفضاء هو فى الواقع أمر خداع .

فلن نرسل إلى الكواكب البعيدة سفناً للفضاء تخلو من البشر ، قصد

المهبوط والدراسة والكشف والتحليل والحكم على قيمة المكان بناء على العوامل التى أتيحت لها مباشرة ، إذ أن الآلة لن تستطيع وحدها الوفاء بهذا العمل .

ولن نرسل سفينة للفضاء ملأى بالبشر ، دون وفرة من الأجهزة والآلات للوفاء بنفس العمل ، إذ أن الإنسان وحده لا يستطيع ذلك .

ولكن الحاجة ماسة إلى الإنسان والآلة معاً فكل من الجهازين يكمل الآخر من حيث الصفات والقيود . والآلات عاجزة بافتقارها إلى الذكاء الطبيعى فلا تستطيع إلا أن تتابع ، دون وعى ، المهمات المبرمجة عليها ، دون أن يكون لها حول أو قوة فى المواقف التى تتطلب مفاجآتها إعادة التفكير على الفور فى المهمة وتغييراً مباشراً فى عملياتها لتحقيق الهدف الأصلى . إلا أن الآلات تصل إلى إمكانياتها العظمى فى حضور الإنسان الذى يفسر ما أبلغت عنه الآلات ، ويغيّر ، إذا اضطرته الظروف ، نوع الدراسات التى يجريها بوساطة الأجهزة الآلية ، أو يعدل فيها .

فالإنسان ، بدون الآلات ، يملك القــــــدرة على الحكم التى لا تقدر بثمن ، ولكن مشكلته هى تعدد صفاته — فهو بطبيعة بنائه يفتقر إلى إلى عدد كبير من القدرات . فهو لا يستطيع قياس الإشعاع أو المغناطيسية بحواسه السامية ، كما أنه لا يبصر فى جزء كبير من الطيف الإشعاعى ، وأرصاده تتصف بالكمية وتحيط بالموقف من جميع جوانبه ، وهو فى حاجة إلى الآلات ليتخصص عن طريقها ويصبح وصفياً فى عمله .

وبهذا ، تتحقق أعظم الإمكانيات ، وذلك عندما تتكامل أعظم مزايا الإنسان والآلات فى جهاز متكامل واحد .

الفصل الرابع

التزاماتنا نحو المستقبل

لا تكون الرياضة أكيدة طالما لجأت إلى الحقيقة ،
ولا تلجأ الرياضة إلى الحقيقة طالما كانت أكيدة
ألبرت أينشتين

من الحقائق المعروفة عن اندفاع الإنسان العنيف فى مستقبل باهر ، أنه يرغب فى أن يتقابل وجهاً لوجه بأشياء كثيرة لا يعرف عنها إلا بالنزر اليسير . وتمثل بحور الفضاء التى تسبح فيها المجرات والسدم التى نراها بصعوبة فى أقوى آلاتنا الفلكية ، تمثل لغزاً ذا رأسين محبوساً داخل كون صغير و كون كبير .

وكلما زاد الإنسان عمقاً فى كشف عالم تحت الذريات زادت حيرته فى لغز الجسيمات تحت الذرية وما بينها من قوى. ويبدو أنه لابد لنا من تبديل جداولنا وخرائطنا الخاصة بهذه الجسيمات والقوى كل بضع سنوات عندما نعلن أننا قد كشفنا أخيراً عن « الجسيم النهائى » . إلا أننا تعودنا اكتشاف جسيم نهائى كل بضع سنوات حتى فقدت «مطلقات» الكشف والقياس السابقة صلاحيتها بدرجة مخيفة . ويذعن علماء الطبيعة لهذه الكشوف الجديدة ويمزقون خرائطهم القديمة لإنتاج خرائط جديدة — وتصبح كتب العلم الحديث أسرع شىء فى التخلف العلمى .

وكلما زاد الإنسان بعداً فى كشف أعماق الكون — مستعيناً بمناظيره البصرية اللامعة ، وتلسكوباته اللاسلكية الضخمة التى تبدو فى شكل الأطباق لكشف الكون الذى لا نبصره بعيوننا ، وبالرياضيات لكشف أعماق الغوامض ووضع النظريات — زاد اكتشافه أننا بالكاد قد بدأنا نرى ذلك الكون ونرسم خريطته ، وأننا لسوء الحظ قصيرو النظر فى دراساتنا له .

وتناقش معى مرة أخرى أحد العلماء من شركة لوكهيد ، بوجه عابس ، فى التجارب التى تجرى لصناعة جهاز مضاد للجاذبية لرفع الأثقال الكبيرة من الأرض . وفى وسع جهاز من هذا النوع أن يجعل أضخم صواريخنا فى نزاع مباشر مع أقرب كوم من المخلفات التكنولوجية . وها هما الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتى يتنافسان فى محاولات التغلب على الجاذبية ، لا بمثابة خطوة إلى الأمام ، بل كقفزة نحو المستقبل .

قال : « تزداد حيرتنا فى أمر الجاذبية كلما تعمقنا فيها . وهانحن نرى معظم الجاذبية، ولكننا لا ندرك عنها سوى النزر اليسير! إننا نعرف قدراً كبيراً ولكننا نجهل الكثير عن هذا الموضوع. ولدينا أكوام من الآراء والنظريات ، ولكننا لا نعرف شيئاً بالعمق الذى نرغب فى الوصول إليه ، حتى على سبيل البدء فى فى الإدراك الصحيح للجاذبية. إننا لا ندرى كنهها وفى وسعنا أن نذكر مقدارها ، ولكننا لا نستطيع أن نخبرك بشىء عن هويتها . . إنها محيرة . . » .

وربما كانت هذه القفزة فى بحر الجهل أفضل تعبير عن طيرانات الإنسان الأولى بعيداً عن العالم الذى ولد فيه . وهى مجازفة للوصول إلى كون ملىء بالمتناقضات على قدر ما نعلم فى حدود معرفتنا الضيقة .

وقد وضعنا صوراً تمثل فى اعتقادنا الكون وأجرامه المختلفة . ومع ذلك فلو أتيح لنا أن نرى بعيوننا ما تراه التلسكوبات اللاسلكية وتقوم بقياسه ، لرأينا نفس الشمس التى تدفىء الأرض وقد زاد قطرها إلى ضعف ما تعودنا قياسه بعيوننا البشرية وقدرات أجهزتنا البصرية . ولو نظرنا إلى الكون بدلالة الإشعاع الذى تقوم التلسكوبات اللاسلكية بقياسه، لبدا لنا كوناً يختلف كثيراً عما جبلنا على الاعتقاد فيه .

وها هى الكشوف التى قمنا بها فى عالم تحت الذريات، قد نبهتنا إلى الخطأ الذى وقعنا فيه بقبول الصلادة الظاهرية للمادة. وقد جاء هذا بالطبع نتيجة المعرفة

التى كسبناها من أن الذرة تكاد تكون فراغا ، وأن الجمود إن هو إلا تعبير للقوى أكثر مما يكون إشارة إلى كثافة المادة أو تركيبها الطبيعى .

وماذا يحيرنا فى حياتنا اليومية أكثر من النيوترينو ؟ شيء لا كتلة له ولا شحنة ، يبدو عليه عدم الاعتراف بوجود المادة التى ظللنا نعترف بها زمناً طويلاً . ومن الواضح أننا ، فى هذا العالم المشحون بالإشعاعات النووية التى لا نراها بحواسنا ، والتى يغلب وجودها فى صورة قوانين رياضية ، أننا نتعامل مع شيء مجهول يتحدى مفاهيمنا اليومية عن الحقائق المعترف بها . وقد أصبح الإشعاع اليوم ، فى عالم مشحون بالأسلحة النووية ، لفظاً من الألفاظ المألوفة ، بالرغم مما يسببه لنا من كدر فى سياق هذا الحديث . كما أصبح الإشعاع ، وسمك ألواح التبطين وغير ذلك من العبارات ، جزءاً من قاموسنا المعاصر . فكثيراً ما نبحث بمقدار السمك اللازم من مادة معينة لوقف الإشعاعات الضارة . وها نحن نعبر عن تركيب العمارات الحديثة بدلالة سمك الرصاص أو المساح وغير ذلك من المواد . كما وصلنا إلى إدراك أن هناك حداً للسمك الذى يكفى للوقاية من أسوأ أنواع الإشعاعات .

هذا فيما يختص بعالمنا الذى نعيش فيه . أما عن النيوترينو ... فإنى أطلب منك أن تنظر إليه من هذه الوجهة . ينتقل الضوء بسرعة تقرب من ١٨٦٫٢٧١ ميلا فى الثانية ، أو حوالى ٦٧٦٫٠٠٠٫٠٠٠ من الأميال فى الساعة .

وبذا يقطع الضوء فى اليوم الواحد ما يزيد على ١٦ بليوناً من الأميال .

فتصور أنك مسافر بهذه السرعة طول أيام عام واحد . ستكون عندئذ ، بعد أن تندفع بسرعة تزيد على ١٦ بليوناً من الأميال كل يوم من الأيام البالغ عددها ٣٦٥ يوماً ، قد أتممت سنة واحدة .

ولا بد لك بعد ذلك أن تسير بنفس السرعة دون أى نقص فيها فى أى لحظة من اللحظات ، لتسع وأربعين سنة أخرى .

فبعد أن تكون قد قضيت خمسين عاماً وأنت مسافر بهذه السرعة ، سرعة الضوء ، تكون قد اخترقت سمكاً من الرصاص يخترقه النيوترينو دون أن يتأثر مساره .

فإذا كانت هذه الأرض التى نعيش عليها كوكباً صلداً ، فإن صلابتها تنحصر فى حدود معايير صناعية معينة، إذ أن بلايين لا حصر لها من النيوترينوات تمرق خلال هذا العالم كل ثانية تمر من الوقت كما لو أنه غير موجود بالمرة .

على أن هناك أطرافاً أخرى معروفة للمقياس ترج خيالنا، أو تقع، فى الواقع، خارج حدود قدرتنا على الإدراك .

ولنأخذ الهواء مثلاً . فهو ليس رقيقاً إلى الحد الذى نتصوره فى حياتنا اليومية . فهو موجود على سطح كوكبنا ، مسبباً عليه ضغطاً قدره خمسة عشر رطلاً على البوصة المربعة ، فإذا تحرك هذا بسرعة الأعاصير (سبعة وخمسين ميلاً فى الساعة فما فوق) ، أصبح هذا الهواء نفسه وحشاً ضارياً صاخباً مدمراً. كما أن الضغط الناتج من قلب الكرة النارية ، التى يولدها انفجار قنبلة نووية، يؤدى إلى احتراق الهواء فيه ، ويحدث من التأثير ما يحدثه حائط من الصلب يمرق عبر السطح .

خذ الهواء ، واعلم أن هناك أحجاراً ثقيلة تبلغ كثافتها ما يقرب من ألفى ضعف كثافة الهواء .

ثم تصور الظروف السائدة على النجوم الأقزام التى انكمشت فى نفسها بحيث أصبحت كثافة المادة فيها ملايين وملايين أضعاف كثافة أثقل الأحجار فى عالمنا هذا ! .

هذه المتطرفات قد حيرت الإنسان فى الواقع ، وهاهو قد قبل التحدى لزيادة مدى إدراكه لكون بأكمله .. مما يعكس على الإنسان صفة تبدو أنها

تزيد من فرصة محاولته الكشف أولاً ، ثم الدراسة ثانياً . وقد ينتهى الأمر به إلى استعمار الحدود الحالية لكشوفه الطبيعية — كواكب المجموعة الشمسية .

وقد كان من المستحسن ، من سنوات قليلة ماضية ، أن تركز الكتب التى تعالج أمر الإنسان وماقيل عندئذ عن مجهوده لكشف الفضاء والعوالم الأخرى ، على إقناع قرائها بأن تلك الفكرة لم تكن ممكنة فحسب ، بل وقابلة للتنفيذ ، وفوق ذلك أنها فكرة لا مفر من تنفيذها . وما زال عصر الطيران فيما وراء هذا الكوكب الصغير فى طفولته . وإنه لمن الصعب علينا ، نحن الذين ساهمنا فى مجهود إنمائه لعدة عشرات من السنين ، أن نذكر أن الغالبية العظمى من الناس — ومنها غالبية من العلماء — كانوا إلى عهد قريب يرفضون الفكرة برمتها على أساس أنها فكرة خياليه لا تستحق منا الدراسة الجدية .

وهناك قول معروف : « ولو أن التاريخ يعيد نفسه ، إلا أنه لا يفعل ذلك بنفس الطريقة » . ومع ذلك فإن الشكوك التى أحاطت بمولد عصر الطيران تشبه إلى حد كبير الشكوك التى واجهناها ونحن على أعتاب مجازفة الإنسان فى غزو مافوق الهواء الذى يسمح بالطيران . فقد وقف أغلب العلماء فى أوائل القرن العشرين جامدين فى مواجهة المستقبل ، معلنين أن التنبؤات عن الطيران المنتظم ليست إلا هذياناً من أفراد غير مسئولين مفرطين فى أوهامهم .

وقد أعلن سايمون نيوكوم أحد كبار الفلكيين الأمريكيين : « إن الدليل على عدم إمكان الجمع بين مواد معلومة ، وأنواع معلومة من الآلات ، وأنواع معلومة من القوى ، فى آلة عملية يستطيع الإنسان بوساطتها الطيران فى الهواء مسافات طويلة ، دليل يتصف بالكمال الذى يتصف به الدليل على أية حقيقة طبيعية » .

وها هو فلكى كبير آخر ، وليم بيكرنج ، قد اتخذ لنفسه موقفاً خطيراً ضد الوهميين غير المسئولين ، أولئك الذين تنبأوا عن آلات تطير مسرعة عبر

الأطلنطى ، عندما قهقه قائلاً : « لابد أن هذه آراء وهمية . وإذا فرض جدلاً أنه كان فى إمكان آلة أن تعبر الأطلنطى براكب أو راكبين ، فإن تفقاتها ستؤدى ولا شك إلى تحريم استخدامها » .

ويجدر بنا أن نذكر هنا أن بيكرنج أبدى ملاحظته هذه بعد أن نجح الأخوان رايت وغيرهما من الرواد فى طيرانهم .

ولسنا فى حاجة ، فى محاولة لسد الفراغ بين الملاحة الجوية والملاحة الفلكية ، إلى أن نشير إلا إلى كبير الفلكيين فى إنجلترا ، الدكتور ريتشارد فان دير ريت وولى ، الذى صرح فى عام ١٩٥٥ بعد إعلان مشروع فانجارد ، قائلاً بغضب : « إن الطيران فى الفضاء مجرد هراء » .

والحق يقال إننا تخلفنا أكثر من أى وقت مضى فى إدراك المتاعب التى تواجه مهنة النبوءة . فقد شاهدنا أمثلة كثيرة ، حتى من أكبر علمائنا وفلاسفتنا ، للفشل الكامل فى اختراق ظلمة المستقبل -- أمثلة لا تشجع أحداً ممن يدركون الطريق الذى سلكته النبوءة على الوقوف يوماً ليصور بفصاحة ما سيجرى من حوادث فى السنوات القادمة ، أو أن يقف على الأقل ليصور بوضوح يكفى لفصل التنبؤات المعقولة عن التنبؤات العامة المجملة التى لا قيمة لها .

وها هو راينهولد نيبور ، أحد قادة اللاهوت فى هذه الدولة وعميد الكلية بمعهد الاتحاد اللاهوتى فى نيويورك ، يضع أصبعه برفق على مشكلة محاولة إنارة الطريق إلى المستقبل . قال : « من المستحيل أن نتنبأ تنبؤاً دقيقاً عن حوادث المستقبل التاريخية على ضوء الشبه بينها وبين الحوادث السابقة . وليس السبب الوحيد فى هذا أن حرية للممثلين والخلاقين البشر ، التى لا يمكن التنبؤ بها ، تدخل فى كل حادث تاريخى ، بل هناك فوق ذلك سبب آخر هو أن هذه الحرية تخلق تشكيلة لا حصر لها من الصور المسرحية تفقد كل

التشبيهات دقتهـا وتضفى الشك على كل التواترات . . . . على أن التعايل التاريخى معقد تعقيداً لا نهاية له بحيث يصعب تحديد أى من الأسباب العديدة أو العوامل المـكيفة على أنه هو المؤدى إلى حادث بالذات » .

ولا بد من إنجاز غزو الفضاء والعوالم الأخرى عن طريق العمل الواقعى والشاق المـألوف ، شأنه فى ذلك شأن أى مثل أعلى أو حلم للجنس البشرى . فإن النتائج والأعمال الخارجية،التى تصحب أحداث كشف الفضاء،تجذب اهتمام الجماهير بفعل بريقها وسحرها . إلا أن وراء اشتعال الصاروخ الدافع الضخم ـــ تـكفى فترة قصيرة تقرب من ثلاثمائة ثانية لإرسال إنسان إلى المدار ـــ مجهوداً ضخماً منسقاً يبذله جمهور كبير من العاملين ، يقدر عددهم بعشرات الألوف ، يؤدون كل مايخطر على البال من أعمال ، من صناعة قطع الآلات إلى فحص خلو الطرق لتسليم العربات ، وفحص عشوش الأسلاك المعقدة ، ومسح الحمامات التى تستخدمها كل هذه العشرات من آلاف الناس . وما اشتعال اللهب على قاعدة الإطلاق إلا اللهثة الأخيرة فى هذا التنسيق الهائل الطويل المضنى الباهظ التـكاليف . نعم هـــو كل ما يراه الجمهور ، ويغطى المساحة التى تتجه إليها أنظاره .

على أنه يندر أن نرى عبارات تدل على المثل العليا ومشاكل تصريف الفضلات ترتبط معاً فى مهمة واحدة. إلا أنه من غير الممكن فصل الإثنين، وغيرها من آلاف الحاجيات، من خطوة التقدم فى الفضاء . وربما كان تركيز الإنسان على الحلم ، بدرجة تفوق تركيزه على العمل المضنى المألوف لتحقيق الحلم ، ربما كان هذا التركيز لصالحه . فإنه من الواضح أن الإنسان فى حاجة إلى التطلع إلى النجوم مع تثبيت قدمه على أرض الحقيقة .

وقد ذكر الماجور جنرال دان أوجلى ، كبير جراحى السلاح الجوى الأمريكى : « منذ بدأت حياة الإنسان ، وقفت أجيال كثيرة على أعتاب

عصور جديدة . وقد كان من العسير فى كل العصور غزو العوالم الأخرى ، إذ أنه من الصعب أن نقفز إلى ما دون الأمر الواقع . إلا أن المستقبل كان على الدوام يبدو حافزاً براقاً لأولئك الذين يملكون البصيرة والطموح ... ولا بد للإنسان من أن يحس بمغناطيسية الأهداف التى يمكن تحقيقها ويؤمن بامكان الوصول إليها ، حتى يكون على استعداد لمواجهة تحديات المستقبل» .

وكان الجنرال أوجلى ، وهو أحد ثقاة العالم البارزين فى « طب الطيران والفضاء » ، قد ذكر هذه العبارة فى عام ١٩٥٨[(١)] ، عندما كنا فعلاً على أعتاب الفضاء . ولا زالت عبارة الجنرال أوجلى أحد قادة العالم فى وضع أسس علم طب الفضاء ، وخبير فى القتال لعدة سنوات ، تحمل اليوم نفس المغزى الذى كانت تحمله يوم كتبت لأول مرة . قال :

« تجرأ كولومبس فعبر شاطىء البحر ليقدم لنا عالماً جديداً . وكان نصيب وليم هارفى السخرية والتهكم العلمى عندما علم الدورة الدموية . وكان ميكروسكوب ليوفنهوكس سبباً فى قلب التقاليد الثابتة فى الميكروبيولوجيا (علم الأحياء الدقيقة) . كما تسبب فريق من الرجال فى عهد قريب ، كانوا يجتمعون سراً تحت ملاعب إحدى الكليات ، فى تفجير الذرة بقوة تؤثر فى الإنسان إلى الأبد .

« وقد ظل الإنسان والتاريخ يعملان معاً طوال الوقت لتحقيق أحلامه دون أن يشعر العدد القليل من الرجال الذين كانوا يتأملون السماء والنجوم بجاذبيتها القوية . كما تحققت خيالات الإنسان عن تحدى الجاذبية ، وأحلامه عن الطيران ، عن طريق إنجازات مفرطة ومتزايدة خلال السنوات الخمسين الأخيرة . وها هو حافز الأحلام والإبصار ، تعاونهما عزيمة البقاء فى عالم

---

(١) من مجلة كوارترلى ريفيو التى تصدرها وزارة الطيران ، صيف ١٩٥٨ ، مجلد ١٠ العدد ٢ .

يسود فيه التنافس ، ها هــو يدفع الانسـان إلى الفضاء ، الذى يقوم فى ثبات بتخطيط طريقة عودته منه . وقد جذب عصر كشف الفضاء ، الذى نقوم به فى الوقت الحاضر ، اهتماماً وخيالاً عالميين . وهناك من الدلائل ما يكفى لإثبات أن إيمان الإنسان وقدرته العلمية سيؤيدانه فى هذا الإنجاز الذى لا حدود له

« ولم يعد كشف الفضاء خيالاً . فإننا نعتقد بناء على معرفتنا الحاضرة أن الأمل كبير فى هندسة الرجل والآلة لتحقيق طيرانات مدارية ناجحة[1] . وفى اعتقادنا أنه يمكن تحقيق هذه الطيرانات من حيث الإنفاق وتحمل الإنسان كما أننا نعتقد أنه فى الإمكان ممارسة هذه الطيرانات من وجهة القيم العائدة .

« وإنه لمن المثير حقاً أن يبدأ التخطيط لعصر الفضاء بداية بطيئة . ومع أن هناك قلة من الناس تواجه العصور الحديثة ، فإن هناك كثيرين فى كل جيل من الأجيال يشعرون بفوات فرصة عظيمة من التطور والتقــدم بسبب تأخر مولدهم .هؤلاء يبكون ، كما بكى ألكسندر (وكان فى سن التاسعة عشرة وقتئذ) حسرة على عدم وجود عوالم جديدة يستطيعون غزوها . وعــلاوة على ذلك فهناك فريق آخر لا يتطلع إلى الأمام ولا ينظر إلى الخلف ، لا يهتم بالمعرفة المتراكمة ، يتشبث بالحاضر ويمقت المستقبل . هذا الفريق شــأنه شأن العجوز الذى بلغ من العمر مائة من الأعوام ، فلما سئل عن التغيرات التى شهدها فى حياته أجاب قائلاً : نعم ، شهدت بكل تأكيد كثيراً من التغيرات ، وعاصرت كل واحد منها .

« وستكون أمامنا على الدوام فرصة لغزو عوالم جديدة متى عقدنا النيــة على ذلك . إلا أنه لا بد من أن ندرك أن مستقبلنا سيتلبد بالغيوم ما لم نحدد من الآن الأهداف التى سنوجه إليها تفكيرنا وطاقتنا وعزيمتنا ، فإن المجتمع يواجه

(١) تحقق أول طيران مدارى بعد ذلك بأقل من ثلاث سنوات

الآن تحدياً فى كثير من المجالات — فى السياسة ، والمثل العليا ، والدين ، والفلسفة ، وفى العلم فى هذا الوقت بالذات . وقد أصبح لزاماً على كل جنس ، أو مجتمع أو دولة ، يرغب أن يعمر أكثر من الآخرين ، أن ينجز أكثر مما ينجزه الآخرون ...

« ويواجه الإنسان، وهو يضع الخطة لغزو الفضاء، ضيق الحيز المحدود الذى سيعيش فيه أثناء الرحلة . ومع أنه ، فى تفكيره وأحلامه ، يتخيل النجوم التى لا يحدها سوى البعد الزمنى ، إلا أنه لابد له من أن يركب فى رحلاته الفضائية محشوراً فى كبسولة صغيرة تحوى بداخلها بيئة طبيعية ، يعيش فيها كما كان يعيش فى الرحم الذى منحه الحياة على هذه الأرض . ومع أنه يحلم بحرية لا حدود لها فى السماء إلا أنه لابد له ، إذا رغب فى السفر ، من أن يكون قادراً على القيام بأدق الأعمال وأكثرها مشقة وتقييداً ومهارة فى الأداء إذا رغب فى البقاء حياً » .

وقد أثير هذا التأكيد على التشابه الغريب بين الطفل الحبيس فى رحم أمه وبين الرجل وهو حبيس فى بيئة كبسولته . . أثير مرات ومرات بين أولئك الرجال الذين يقومون بتحضير المعدات والأجهزة لمعاونة الإنسان فى رحلاته الفضائية . فالتشابه واضح وقريب بين الإثنين . فلابد لكليهما من وقاية ضد وسط غريب وعدائى . لابد من وقايتهما من درجات الحرارة ، والصدمات ، والجو (أو انعدام الجو) . كما أنه لابد من إمدادهما بوسائل التغذية على أساس منظم إذا أريد لكل منهما الاحتفاظ بصحة طيبة .

وفى هذا يضيف الدكتور ألان ماكجلاشان[1] : « وربما كانت الجاذبية أغرب ما فى ظروفها المشتركة . فالإنسان فى رحلته الفضائية عديم الوزن ، لأن

---

(١) مجلة Realities ، يونيه ١٩٦٤ .

قوة الجاذبية التى نعرف عنها أقل مما نعرف عن أية قوة طبيعية أخرى ، قد أبطل مفعولها بفعل القوة الطاردة المركزية .. مما يدعو الإنسان لعدم الاكتراث بتاتاً بالطريقة التى يحبس فيها داخل السفينة . وها هى الحياة داخل الرحم تشترك فى هذه الخاصية ، إذ تمر علينا شهور متصلة ، لا نرى مثيلاً لها فى حياتنا الأرضية ، نقنع فيها بالوقوف على رؤوسنا أو على أقدامنا ، ولو أننا نفضل فيها الوقفة الأولى » .

على أن أعمال رجال الفضاء الذين يمخرون البحار المظلمة فى مركباتهم الصغيرة المحكمة القفل تدعو إلى الملل أكثر مما تؤدى إلى البهجة . فسوف تكون الرحلات بين الكواكب ، لسنوات عديدة قادمة ، رحلات مضنية يحشر فيها الإنسان حشراً ، ويكتنفها كثير من المضايقات . فسوف تثار الطباع التى قد تصل إلى حد الهياج . وسوف تتجعد أنف رجل الفضاء ، فى جو خال من التجديد ، بسبب روائح رفاقة الذين يقاسمونه ذلك الحيز المحدود ، يعملون فيه ، وينامون فيه ، ويؤدون فيه وظائفهم البدنية . ولا شك أنهم سيشعرون بالبهجة عند خروجهم من مركبتهم المستديرة ، أو سجنهم الضيق ، الذى يسمى سفينة الفضاء . كما أنهم سيشعرون بالغرابة عند وضع أقدامهم على عالم جديد ، ولو أن البهجة بالخروج قد تطغى على الدهشة بالعالم الجديد .

وقد عبر طيارو الخطوط الجوية أفضل تعبير عن مستقبل الرحلات بين الكواكب . فلما طلب من أحدهم أن يصف ما تكون عليه قيادة الطائرات العملاقة ، أجاب قائلاً : « ستكون ساعات طويلة من الاضطراب والتوتر االمصحوبين بالملل ، تتخللها لحظات من الفزع الشديد » .

إلا أنه لم يعد فى الوقت الحاضر من يهتم بسؤال طيارى الخطوط الجوية : « لماذا تمخر طائراتهم بحور الهواء بهذا الانتظام وهذه الكثرة ؟ » . إن الاجابة واضحة بعد أن أصبح العالم مليئاً بالحركة الدولية ، من اتصالات وسفر

ونقل للبضائع . أما هذا السؤال — لماذا — فقد تحول إلى عقول الذين يراقبون بعواطفهم الممتزجة الجهود التى تبذل لتحقيق السفر فى الفضاء .

وقد قدمت أسباب كثيرة رداً على هذا السؤال . إلا أن المؤلف يود أن يضيف رده الشخصى فى هذا الصدد : ربما دفعه إلى إبداء هذه الرغبة طول خدمته التى تزيد على أربعة عشر عاماً ، كان فى أثنائها يراقب التوسع فى مواقع الإطلاق بكل من كيب كنيدى، وجزيرة ميريت الواقعة شمال غربى الكيب.

على أن التفكير فى هذا الغزو الذى قبلناه ، والوصف الفلسفى للالتزامات التى تدفع الإنسان نحو الكواكب والنجوم .. كل هذا شىء . أما معرفة التعرض عن كثب لميكانيكية الطريق الذى أرناه هذه الأيام ولحظاته البراقة .. فهذا شىء آخر يختلف تمام الاختلاف .

فإنه يبدو أنه قد مضى زمن طويل منذ أن كان موقع الإطلاق أرضاً جرداء لا يقطنها إلا عدد قليل من السكان منتثرين هنا وهناك .. وكان أشهر بناء فيه، على مدى أميال منه ، هو منارته ذات اللونين الأبيض والأسود ، والتى تقف متفاخرة بومضتها التى تبعثها لترشد بها السفن القادمة نحو الشاطىء الأمريكى. وقد أقيمت أول محطة للإطلاق فى الكيب من أجل إطلاق النافاهو الذى كان عملاقاً لامعاً يستنشق الهواء ، ويقتضى إطلاقه استخدام قوة ضخمة تدفعه بحيث يصل إلى سرعة وارتفاع عظيمين يدفعان بالحياة قوية فى نفاثاته الجشعة .

فإذا ما راقبت هذا العملاق البرتقالى والأبيض المصنوع من الصلب ، وهو يعلو فوق أشجار النخيل والرمال التى تغطى كيب كنافيرال (كيب كنيدى) لبدا منظره مخيفاً ، لا بسبب النافاهو نفسه، ولكن بسبب الاندفاع الهائل الذى يبرق به ذلك الصاروخ الأهيف ذو البطن المستديرة ، وفى مؤخرته غرف الاحتراق التى ترعد بصوت يصم الآذان ، والتى كانت تولد مئات الآلاف من أرطال الدفع فى صورة لهب صارخ .

وقد انتهى المطاف بالنافاهو فى مدافن برامج الأسلحة . إلا أن الدفعة الكبرى ، التى كسبها مستقبلنا الطيب منذ الأزل ، قد بقيت . فها هى نفس غرف الاحتراق التى دفعت النافاهو إلى السماء ، قد أصبحت ، بعد تطويرها وإدخال التحسينات عليها ، مصدراً للقوة فى مركباتنا الحديثة التى هيأت لها الوسائل لإرسال الأجهزة والرجال إلى المدار وإلى القمر ، ثم إلى الكواكب الأخرى عبر السكون الموحش فى الفضاء الرهيب . كما تطورت هذه الغرف ذاتها فولدت القوة الدافعة للمركبات ميركورى — أطلس ، وثور — إيبل ، وجونو ٢ ، ودلتا ، وثور — إيبلستار ، وسنتور ، وساتيرن ، وغير ذلك من مراكب الإطلاق فى عصر الفضاء .

وقد كان لى فى مدى هذه السنوات ، حظ مراقبة هذه العملاقات وهى تدوى برعودها ، وتنفث من مؤخرتها لهباً مبهراً للأبصار ، فى حرارة البياض ، تضرب فى الهواء موجاتها الصدمية ، وتبتعد عن الأرض بصرخاتها المدوية التذكارية . كانت هناك لحظات يتجلى فيها جمال خارق ، كان الضوء ينسكب بلونه الذهبى من مؤخرة عملاق صاعد ، ليمحو الظلمة من على وجه الأرض ، كأنه شمس تندفع نحو السماء الذى هبطت منه .

كانت هناك لحظات كثيرة من هذا النوع . كانت هناك الإجهادات الواضحة فى التنسيق الضخم للتحضير والطيران اللذين كان لنا حظ مشاهدتها ، وشرف المساهمة فيهما .

وتعكس هذه اللحظات ، التى تتراكم بمرور السنين ، أشياء كثيرة فكم من القلق ساد آمالنا وأحلامنا التى كانت تتمثل فيما مضى فى رؤية مركبة ، مهما صغرت ، وهى تطير فى السماء ! وكم من الغرابة يحل بك اليوم عندما تقف على الكثيب لتراقب جيلاً جديداً ، عملاقاً فى صورة ساتيرن ، تنصت إلى هديره المدمر ، وتستمع إلى رعده الذى يقرقع فى السماء ويهز الأرض ، تراقبه وهو يصعد بثبات من الكوكب الذى ولدفيه ، ويدق طريقه نحو الفضاء السحيق .

ونسمع ، كما سمعت الأجيال التى سبقتنا ، أن عالمنا هذا قد أصبح مكاناً عريقاً تصعب فيه الحياة ، تواجهنا فيه تهديدات الفناء النووى ، وسرطان الفقر والجريمة وانحطاط الأخلاق ، وغير ذلك من آلاف المشاكل ، مما يدفعنا إلى إلقاء اللوم على زماننا الذى نعيش فيه ، وعلى الأزمنة الغابرة بمساوئها التى لاوجود لها فى وقتنا الحاضر .

ولدىّ شعور بأن أولئك الناس الذين يتابعون هذه الأحلام يسلبون من أنفسهم العجب الذى يلازم المستقبل .

وقد فكرنا وتدارسنا ، ونحن نقف على السكيب، نراقب العملاقات وهى تنطلق إلى الفضاء بضوئها ودويها ، فكرنا فيما يعنى كل هذا فى المستقبل البعيد .

فإذا نجحنا يوماً ما فى جهودنا التى بدأناها الآن ، فسوف يقف الإنسان على كثير من العوالم الأخرى . إلا أن هذا قد يستلزم قرناً أوعدة قرون . إلا أن أمر قياس الزمن لايهمنا كثيراً .

وإذا نجحنا فسوف ينتقل الإنسان يوماً بين النجوم ، وسيكون قد وطأ بأقدامه ألف عالم جديد أوعشرة آلاف من العوالم ، أوألف ضعف من هذا العدد من العوالم الجديدة الممتدة عبر هذا السكون .

وسوف ينظر هؤلاء الرجال إلى الوراء ، إلى الوقت الذى بدأ فيه كل هذا المجهود ، إلى وقتنا الراهن ، إلى الوقت الذى بدأ فيه الإنسان لأول مرة يلقى بحبوبه بين النجوم ، عندما بدأ فى إحضار جنسه إلى أقرب نقطة للبقاء .

والوقت الذى بدأ فيه الإنسان لأول مرة يلقى حبوبه بين النجوم . . . هذا الوقت هو وقتنا الراهن ، وهو الآن . ولاأظن أن هناك لحظة فى التاريخ أفضل من هذه اللحظة ، لحظة نعيش فيها لنساهم فى جهد يعد أعظم الجهود .

ما أعجب هذا . . . مقعد كبير نراقب منه الجنس البشرى وهو يكشف العوالم الأخرى .

الفصل الخامس

الإنسان هو المشكلة

الإنسان فى الفضاء لغز يحير العقول . فقد ثبت أن طبيعة المشاكل التى يثيرها وجود الإنسان محنة مضنية للمهندسين الذين يشنون حرباً دائمة لقياس قيمة الراكب الذى يتألف من دم ولحم ضد وزنه فى الصناديق السوداء . فالمهندس ، من ناحية ، يبتهج لبعض صفات مميزة بالذات : آلة متحركة يبلغ وزنها فى المتوسط ١٥٤ رطلاً ، لها قدرة على التفكير ، وقدرة على اتخاذ القرارات دون اللجوء إلى الأجهزة الميكانيكية ، وقدرة على إدراك الأخطاء الجسيمة فور وقوعها وإجراء التعديلات لملافاة أخطائها ، وقدرة على القيام بعمليات الصيانة والإصلاح الذاتيين .

إلا أن هذه المزايا تقابلها مشاكل تلازم الإنسان نفسه . فهو ، فى نظر المهندس الذى يخطط لتسارع مركبة الإطلاق (وللتباطؤ عند العودة إلى الأرض خلال الجو)، عبارة عن ربطة من الأدوات أفضل وصف لها أنها شنطة مستطيلة من الدم وبعض الموائع الأخرى . . وعاء ملىء بالسوائل لا يمكن ضغطه إلا إلى حد معين ، وإلا فقد يحدث أن يتمزق هذا الوعاء ، أو بعض أجزاء من هذه الشنطة التى تكسوها طبقة من الجلد . فإذا حدث هذا وتناثرت موائع هذا الجسم ، نتيجة لهذا الإهمال أو التواكل داخل سفينة الفضاء ، لكان له أكبر الأثر على احتمال إتمام المهمة الموكولة إلى تلك السفينة .

وكان الكولونيل جون بول ستاب ، بالسلاح الجوى الأمريكى، قد منح لقب « أشجع رجلٍ فى العالم » بسبب تعرضه المدمر لتباطؤ عنيف (عجلة سالبة) داخل عربات تدفعها الصواريخ — فى رحلات قصيرة على طريق حديدى تعرض فيه ستاب إلى قوى تعادل خمسين ضعفاً من قوة الجاذبية ، مما كان يقذف

به إلى جو من القلق الشديد لا يعفيه منه إلا فقدان الوعى (ليعود إليه مرة أخرى عند استرداد وعيه) . ولم يقضِ سوى عدد قليل من الناس السنوات الطويلة من العمل المرهق فى أغلب نواحى الطيران الفضائى — أقصد النواحى الطبية — التى قضاها الكولونل ستاب الذى أشار، رغم تأييده القوى الذى لا شك فيه لوجود الإنسان فى الفضاء ، إلى أن الإنسان :

« تحيط به قيود خطيرة معينة ومستلزمات باهظة التكاليف: مثل الانفعالية ومواصفات بيئة معقدة لا تسمح إلا بانحرافات ضيقة ، ووسائل النقل المتعبة ، والتخلص من الفضلات الكريهة والقيود اللازمة له بسبب العوامل التى تعترضه فى الطيران .

« وقد شبهت انفعالية الإنسان بمشكلة نسبة « الإشارة إلى الصوت الذى تحدثه » فى الاتصالات الإلكترونية ، ولو أنها تزيد عنها ، إلى حد لا نهاية له فى مدى التغير والتنبؤ بها . فلا يكفى وجود العناصر الأساسية لبيئته الطبيعية ، بل لابد فوق ذلك من الاحتفاظ بقدرة على التحكم فى أحوالها الطبيعية والكيمائية التى تتوفر فيها الحساسية والوثوقية. فلابد من أن يكون طعامه وشرابه وأكسيجينه بكميات وافية أو أن تجرى عليها عملية الدورة الحيوية إذا كانت الرحلة من الطول بحيث لا تسمح بحمل الكميات الكافية . وفى وسعه إما أن يطهر فضلاته ويخزنها أو يجرى عليها عملية الدورة الحيوية فى صورة يمكن تناولها طعاماً أو شرباً . ولابد بعد ذلك من أن يتخذ الاحتياط من حيث وزن الإنسان وما يستلزمه من حيز — أقل حيز ممكن — فى مدة الرحلة وما تتطلبه من أنشطة .

« ولنفرض أنه قد تم التغلب على جميع هـــذه العوائق المزعجة وأن الراكب البشرى قد اتخذ جلسته التى تمتاز بالأمان داخل الكبسولة. ومع ذلك فلا زالت هناك عقبات ضخمة تدفعه إلى البكاء كما بكى هاملت فى كلمات شكسبير الذى يتمتع بقدرة دائمة على التكهن : « ياإلهى ، لا أمانع فى أن أودع داخل قشرة الجوزة مقابل أن أصبح ملكاً فى فضاء لا نهائى لولا أن لى

أحلاماً » على أن الإرهاق والعزلة وضيق الحيز كلها عوامل تحد من فعاليته داخل نفسه ، عوامل فى وسعها أن تحيله فى النهاية إلى سخافة الهلوسة وشرود الذهن . ولابد من تعيين مدى تحمل هذه العوامل على ضوء ما نتوقعه من إجهادات وأنشطة تقتضيها الرحلة الفضائية ، ما لم تكن هناك وسيلة لتجديد فعاليته والاحتفاظ بها عن طريق الراحة والاتصالات العديدة والتمرين والتنظيم الذاتى للدفع المدرب[1] .

وقد كان من حظنا ، فى كثير من مجالات بقاء الإنسان حياً فى الفضاء ، أن تركنا التخمين خلف ظهورنا ، وأصبح فى وسعنا أن نتطلع برضاء إلى بناء قوالب من التجربة الشاقة . فلدى العلماء والمهندسين الذين يتعاونون فى تهيئة الظروف داخل سفينة الفضاء للرحلات الطويلة المدى ، لديهم على الأقل من المقاييس ما يساعد على قياس المعدات والظروف التى يجب أن يتوفر فيها الضمان الكامل .

فإذا واجهتهم لحظات محيرة استعانوا بمقاييس أخرى تضمن لهم دقة عملهم . على أن هناك ، بغض النظر عن الاعتبارات الفلسفية ، حداً نصل إليه فى ارتياد الفضاء حيث تقل عنده التكاليف والكد اللذان تتطلبهما وقاية الإنسان عما يتطلبه مجرد بناء المعدات الميكانيكية التى تحل محل الإنسان فى أداء واجباته .

على أنه فى وسع القمر الصناعى ، فى كثير من المهام الفضائية — على نحو ماأوضحه الدكتور فان ألن فى وصفه للقمر إنجان ١ — أن يؤدى بعض المهام بدرجة من التفوق لاتصل إليها سفينة الفضاء التى تحمل إنساناً . إلا أنه ستأتى لحظة ما نستطيع فيها أن نجمع بين قدرة الإنسان على الحكم والتمييز

---

(١) من مقال بعنوان The Human Factor in Space Travel نشر بمجلة كوارترلى ريفيو التى تصدرها وزارة الطيران ، المجلد ١٠ ، العدد ٢ .

والتكييف وتنوع الزوايا ، بعبارات هندسية صارمة . ومن هنا يتضح أننا أمام عاملين يطغيان على كل ما سواهما من العوامل . فكلما زاد تعقيد المهمة ، وزاد بعد المكان الذى تنجز فيه المهمة زادت الحاجة إلى قدرات الإنسان المتنوعة على الحكم والإصلاح . ويقرر المهندسون بإصرار أنهم يستطيعون بمقاييسهم الحالية أن يروا النقطة التى يجرى فيها تحويل الوثوقية .

إنها نقطة ما تقع فيما بين القمر وأقرب الكواكب إلينا ، نقطة يكون فيها إرسال رجل بكل مشاكله ، أيسر أمراً وأقل إنفاقاً ، وأكثر وثوقية ، من محاولة خلق البديل الصناعى للإنسان الحى الذى يتمتع بتلك المزايا .

وينظر المهندسون ، الذين كانوا يعيشون لفكرة إدخال إنسان وسط أجهزتهم الآلية النفيسة ، إلى اعترافهم بهذه العوامل بمزيج من الاستثارة والكدر . وإنه لمن المذهل أن يوزن الإنسان بهذا الوضوح بدلالة خصائص هندسية ، وأن يستغرق وجوده أقل إجهاداً من اختفائه جملة من المسرح . فإن مشكلة ضمان قفل الصمامات ، وفتح المفاتيح عند نقطة التحويل لزمنية والمكانية ، تصبح أخط مشاكل تخلص الإنسان من فضلاته الكريهة ، والاحتفاظ بلياقته ، وإمداد ذاته بقدر من الشرود يكفى لمنع بلبلته بأشياء لامعنى لها فى جهاز إرساله اللاسلكى .

ومن أهم نواحى مشكلة وقاية الإنسان فى الفضاء ، وعلى سطح العوالم الأخرى ، دراسة ماسيفعله الإنسان بعد مغادرته الأرض التى تتوفر فيها الوقاية الطبيعية . على أن النظر إلى الإنسان على أنه يطفو برفق وسط الغازات والسوائل وغير ذلك من مقومات الحياة داخل الكبسولة شىء ، وأن الإنسان إنما هو مرحلة تزيد قليلاً عن كونها أمتداداً للحياة داخل الرحم شىء آخر . فنحن نتوقع من الإنسان أن يشق طريقه بنفسه بعدما ذهبنا إلى هذا المدى البعيد من الإنفاق الضخم لمجرد إرساله إلى هناك .

ولابد للإنسان من أن يعمل للحصول على عائد من هذا الاستثمار . لابد له من أن يقدم إنتاجاً فى مجال المعرفة ، ابتداء من أخذ أرصاد وتحليل ما يراه ومايصادفه من حوله ، حتى قيامه بدور الممرضة والخادمة لعدد كبير من الأجهزة الخاصة التى أرسلت معه إلى الفضاء أو إلى سطوح مختلف العوالم . عليه أن يجمع البيانات حتى يستطيع بعد عودته أن يعلن لا عن عودته من عملية الاستثمار فحسب ولكن عن الأرباح التى جناها أيضاً .

ومن الواضح أن الإنسان فى الفضاء آلة من آلات الكشف . فلسوف تنقل تقاريره عن انطباعاته إلينا ما صادفه من تجارب ذات مغزى . فإذا ما تجمعت وتآلفت هذه الانطباعات مع البيانات التكنولوجية التى حصلت عليها الأجهزة وقامت بتسجيلها ، هيأت للعلم الوسيلة لمزيد من الاستنتاجات ، وأدت إلى الإجابة عن كثير من الأسئلة التى أثارت فضولنا لعشرات من السنين . وفوق ذلك كله فإن هناك أمر الكشف الذى قد لانستطيع التنبؤ به. وفى هذا وحده يكمن العائد الأكبر لذلك الاستثمار .

على أنه إذا طلب من الإنسان أن يرصد الأرض، وهو فى المدار ، فلابد لنا من أن نمده بوسائل الرؤية . فمن الأمور الحيوية بالنسبة إليه أن يتمكن من رؤية العالم من تحته وأن يفحص تركيب مختلف تشكيلات السحب وانسيابها . لابد له من أن يرصد ، ويسجل ، وأن يرسل النتائج . عليه أن يرصد ، لا الأرض وما يلازمها من أصناف الطقس المختلفة فحسب ، ولكن بعض الظواهر الأخرى أيضاً ، كالشمس وضوئها البروجى ، والأحزمة الكهربائية التى تطوق الأرض ، كالوهج القطبى ، والقمر ، والأجرام الفلكية الأخرى . على أن هذه الأرصاد فى حاجة ماسة ، لا إلى تمرين جسمه وعقله فحسب ، ولكن إلى قدرته على استغلال الأجهزة والآلات التى تحيط به .

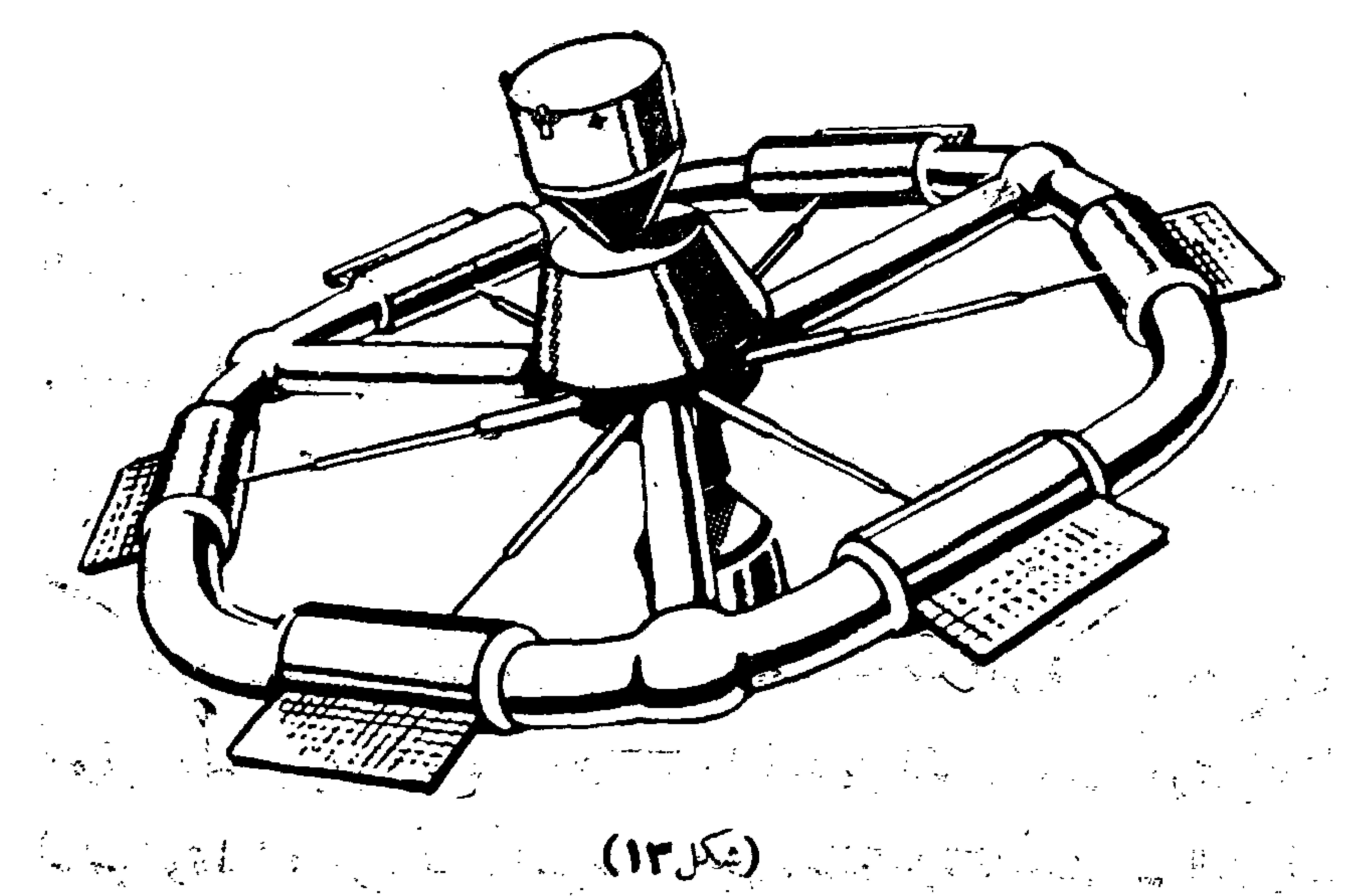
ويقتضى كل هذا منه قدرة على الحركة ، حركة مقيدة إلى حد ما داخل سفينة الفضاء فى بادئ الأمر ، كأن يستطيع أن يدور ، وأن يثنى جسمه، وأن يشغل دراعيه وساقيه ، وأن يضبط وضعه على نحو مايقتضيه تشغيل أجهزته . فإذا ما أصبح الطيران الدارى أقرب إلى أعتباره وسطاً منتظماً تجرى فيــــه العمليات الفضائية من أن يكون المخاطرة المشهـدية كما تعودنا أن ننظر إليها ، فسنتحوّل بالتدريج نحو النواحى العملية من هذه الطيرانات بدلاً من النواحى المثيرة فيها . ويعنى هذا ، من الناحية العملية ، أن تقل قيمة رائد الفضاء بنسبة عكسية مباشرة لقيمة العالم الذى يهتم قبل كل شىء بدراسة كل مايمكنه دراسته فى هذا العالم العجيب الذى تسوده ظروف غريبة عنه بدلاً من أن يلهو بأجهزة التحكم الرد فعلية أو يتحمس لأداء الأجهزة الميكانيـكية . وسيكون العالم فى الفضاء فى حاجة إلى قدر من الوقاية يزيد على مايحتاج إليه زميله رائد الفضاء الذى يقنع بما فعله معاصروه من الوفاء بواجباتهم الهندسيــة ، وتأكدهم من أن التجمعات الميـكانيكية من حوله قد سدت بأمانة احتياجاته البيولوجيـة وسلامة عودته إلى الأرض . أما فى الأيام القادمة فستكون هذه الوثوقية من بديهيات العمليات الفضائية ، بينما تترك الحرية للعالم فى الدراســـــة والمعايرة والحـكم والقياس والفحص ، وكلها أعمال تضفى على قلبه البهجة والانشراح وهو يطير طيرانـاً حراً .

ولن يقبل أى من العلماء القيام بمخاطرات من هذا النوع دون أن يكون قد أخذ نصيباً ولو يسيراً من التدريب على التشغيل الميــــكانيكى للآلات الدافعة لسفينة الفضاء ، علاوة على دراسات المبادئ الأساسية فى مـدارس الإبقاء على الحياة ، لئلا يسقط هذا المسافر العالم دون حفاوة فى وسط دغل من الأدغال ، أو يهبط دون رفق فوق سلسلة من الجبال المنشارية الأسنان . وبناء على هذا فلا بد من أن يكون رجل العلم الذى يندفع نحو الفراغ من سـلالة

أقرب إلى الجيولوجي الذى يعمل فى الخلاء منه إلى زميله الذى يلهو فى المعمل .

على أن هناك ميلاً طبيعياً للشغف بمجازفة الطيران فى الفضاء دون اهتمام بضرورة مهارات معينة تلزم للحصول على نتائج عملية وهندسية يمكن أن تكون بمثابة عائد مباشر للانفاقات الضخمة التى لابد منها لإنجاز المهمة . فإذا كنا قد تعلمنا شيئاً من طيرانات ميركورى الأولى، علاوة على الدروس الخاصة بالإبقاء على حياة الإنسان ، فهو أنه لن يسمح بترك أى عالم زمناً يكفى لأن يهمل احتياجاته التكنولوجية ليَعْبث بأصابعه العقلية وهو يتأمل النجوم من خلال نافذته الزجاجية السميكة . فهناك الأرصاد الأساسية الفلكية والطبيعية الأرضية التى نتوقعها من أى عالم تُهيأ له فرصة الطيران فى مدار حول الأرض .

وسنرسل إلى الفضاء فى المستقبل القريب حزماً يزيد وزنها على ٢٤٠٫٠٠٠ رطل فى الإطلاقة الواحدة . وستقوم هذه الحزم بعملية فك وفصل أجزائها ، محدثة صريراً وأنيناً وهى فى طريقها إلى الخارج ، لتُكَوِّن الأجزاء المتماسكة فى محطة فضائية ، سرعان ما تجهز ، لا بمقومات الحياة فحسب،



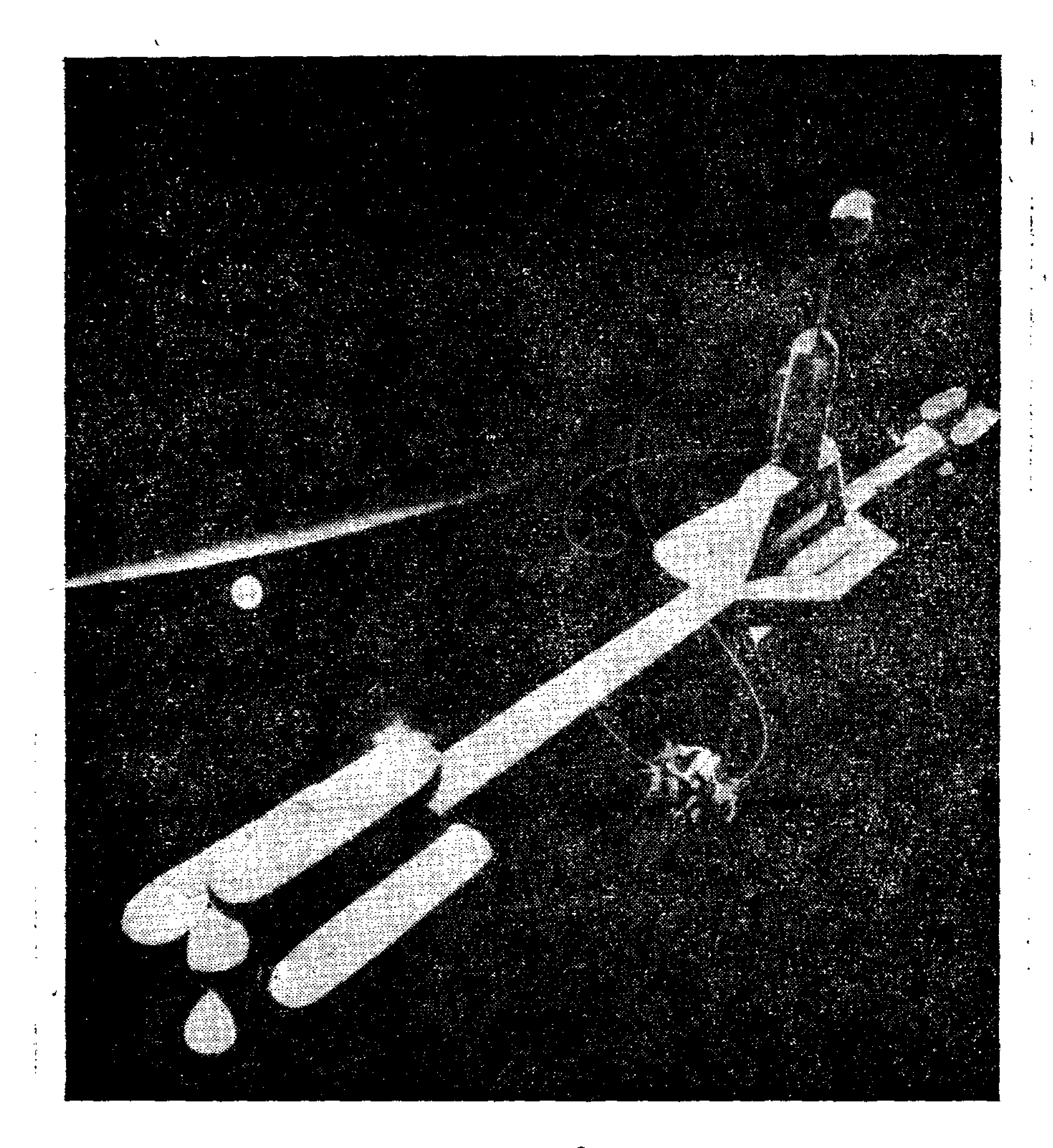
(شكل ١٣)
محطة فضاء قابلة للتوسيع

ولكن بالمعدات التى تتطلبها الإقامة الطويلة فى الفضاء ، فتصبح لنا بمثابة محطة علمية مدهشة بعيدة عن الأرض، يقوم فيها رجال ذوو مهارات خاصة بأداء أعمال تؤدى بسرعة إلى زيادة فى معرفة الرجال عن عالمهم وعن البيئة الإشعاعية التى نطير فيها .

على أنه لا مفر من أن يكون من أشد الموضوعات حاجة إلى الدراسة تحت الظروف الفضائية ، حيث لم يعد حيز العيش أهم الموضوعات ، أصدقاؤنا البشر أنفسهم . فالإنسان ليس مجرد مادة مهمة من مواد الدراسة . بل إن زيادة معرفتنا عن جسم الإنسان وأجهزته تحت ظروف الطيران الحر والجاذبية المقلدة (القوة الطاردة المركزية الناتجة من دوران محطة فضائية) تعتبر هدفاً أولياً ودقيقاً من أهداف الطيران الفضائى .

وسوف تكون فى متناول أيدينا عندما ماتمتلك المعامل المدارية الضخمة — ربما فى خلال ست أو ثمانى سنوات يمكننا تحقيق ذلك بواسطة الصاروخ الدافع العملاق ساتيرن ٥ الذى سيزن ٠٠٠ر٠٠٠ر٦ من الأرطال عند الإطلاق — الفرصة الفريدة لإجراء دراسات فى الفضاء على ما كنا قد درسناه بعناية فائقة على الأرض . وسيقوم هؤلاء الرجال ، تحت ظروف انعدام الوزن وبنفس التحكم الدقيق والعناية الشخصية اللتين وهبهما العلماء لدراساتهم فى المعامل الأرضية، سيقومون بإجراء تجارب بيولوجية عن تأثير انعدام الوزن ، والإشعاع الشمسى والكونى ، والدورات الجديدة ، وغير ذلك من مختلف الظروف الغريبة عن الحياة الأرضية والتى لا توجد إلا فى ظروف خارجة عن عالمنا .

وسيكون من الممكن ، فى معمل له جميع الصفات الفريدة التى نتطلع إلى تحقيقها ونعمل بجهد لإخراجه فى هذا المستقبل القريب ، أن نجرى بحوثاً أساسية وتطبيقية. وربما تمكنا من صناعة أجهزة مقفلة بيئية تقام تحت نفس الظروف



(شكل ١٤)
العمل فى الفضاء
أعمال هندسية يلزم إجراؤها فى محطات مدارية
كبيرة تحمل رجالاً

التى سيلتزمون بالعمل فيها خلال الرحلات إلى الكواكب ومنها . على أنه لن يكون من المستطاع إجراء تجارب من هذا النوع ، كإقامة أجهزة بيئية مقفلة ، لها مغزى حقيقى ، إلا تحت ظروف تتيحها محطة كبيرة محملة بالبشر تدور فى مدار حول الأرض مع ضمان أكبر قدر من احتياطات الأمان بسبب الخبرة العملية والقرب من الكوكب الأرضى . وسيكون من المرجو من

الملاحين الذين سيقومون برحلاتهم خلال الفضاء ، بعد هذه الاختبارات ، أن يبدأوها وكلهم ثقة فى سلامة معداتهم وقدرتها على الأداء الطويل المدى . وسيدركون بعد مجازفتهم هذه أن الجهاز قد أدى عمله تحت الظروف الفضائية وأن المجهول قد انكمش إلى حده الأدنى.

وقد دار جدل طويل حول نزول الإنسان على سطح القمر ، وعن الخطوات والأنشطة التى سيجريها الكشافون الأوائل ومن يتبعونهم ليثيروا الإضطراب على هذا الكوكب الصغير الخشن الذى لا يبعد عن الأرض بأكثر من ربع مليون من الأميال . على أن هذا الاهتمام بهذه الكرة العدائية التى تشوهها البثور ، يحجب وراءه المحطات الكبيرة ، القيمة للإنسان فى الفضاء وعلى الأرض ، والمعدة إعداداً كاملاً ، والتى تدور حول الأرض ، على مسافة قريبة قرباً كافياً يساعد على تكرار عمليات النقل فيما بين المحطة والأرض ، وفى نفس الوقت على مسافة بعيدة بعداً كافياً عن الجو لضمان الدوران حول الأرض لا لشهور بل لسنين أو عشرات السنين .

على أنه ليس من المهم فحسب بل من المحتم إطلاقاً أن يصنع الإنسان وسائل التحرك الحر فى الفضاء ويتدرب على فنونها . ولن يكون هناك مجال للجدل حول تفوق الإنسان على الآلة أو الآلة على الإنسان بعد أن تتحقق فكرة محطات الفضاء الكبيرة التى تدور حول كوكبنا . فإذا ما وصلنا إلى مرحلة القيام بعمليات فى الأجهزة المعدنية ، فقد دخلنا مجال الهندسة الملاحية الفلكية . .. فلا بد للرجال من حرية التحرك خارج الأرحام الواقية بسفن الفضاء ومحطات الفضاء ، حتى يستطيعوا الوفاء بعشرات الآلاف من الأعمال والالتزامات الخاصة .

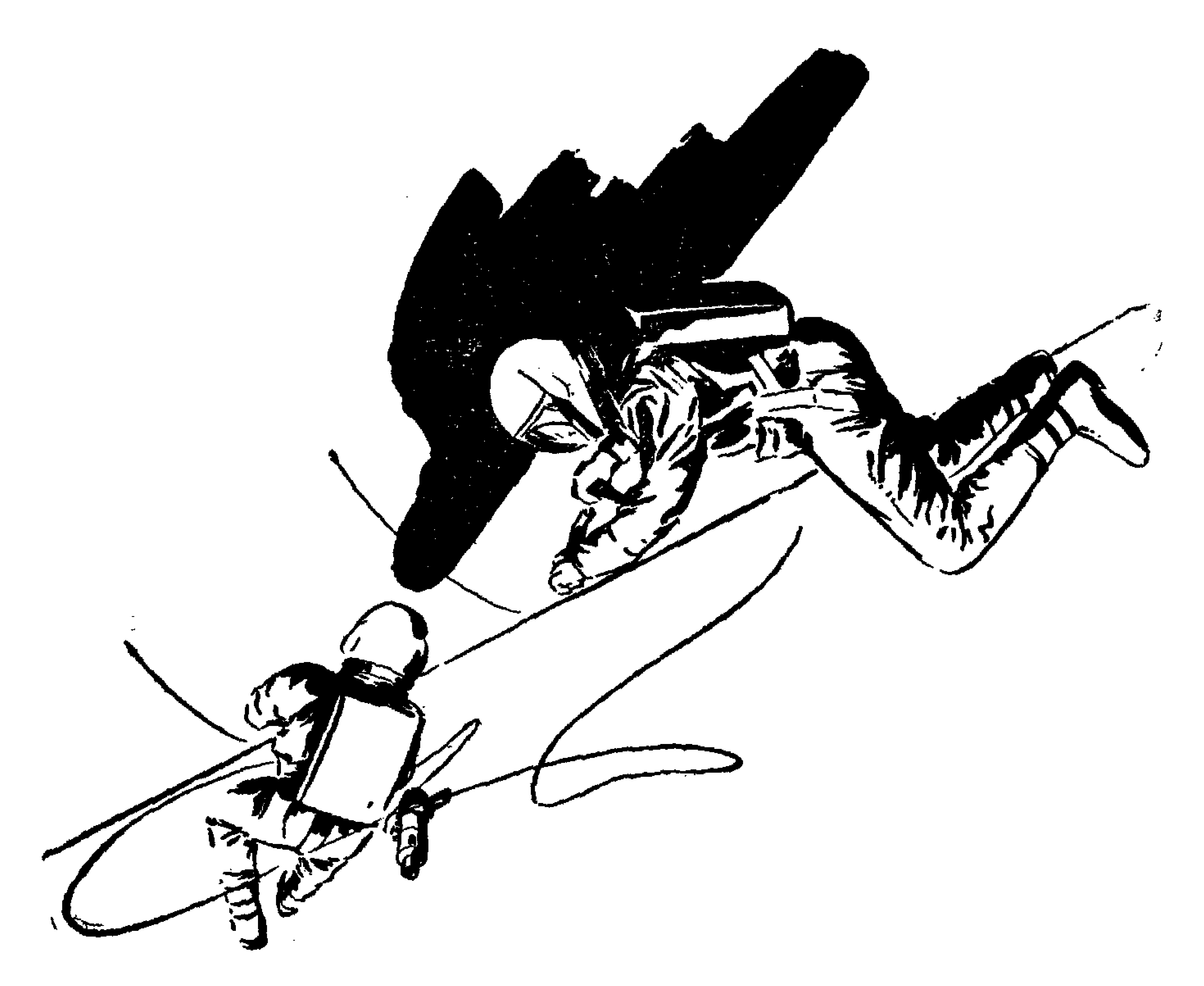
فأعمال الهندسة والتجميع والتركيب أثناء الطيران الحر تحت ظروف

انعدام الجاذبية – تمثل مرحلة من مراحل تطوير القدرات الفضائية ، تمكننا من سد الفجوة بين المغامرة المثيرة وعمليات الأجهزة المدنية الفضائية .

ولدينا فى هذه الأيام فرصة صغيرة للاختيار فى متابعة الأعمال التى نرغب فى إنجازها فى الفضاء . ولما لم تهيأ الفرصة لأى من رواد الفضاء لمغادرة سفينته حتى كتابة هذه السطور (ولو أنه من الجائز عندما تكون هذه الصفحات فى مرحلة الطبع أن يتحقق هذا الحدث على يد رواد الفضاء الروس ، كما أنه من الجائز أن يتكرر بعد ذلك بقليل على يد رواد الفضاء الأمريكيين فى برنامج جيمينى) ، فإنه لابد لنا من أن نقوم بأداء كل أعمالنا الهندسية الفضائية على سطح الأرض بالطريقة المألوفة . إلا أننا نفضل بشدة أن نؤدى جزءاً كبيراً من الأعمال الهندسية فى الفضاء ، حتى يصبح من الممكن ضبط الصفات الطبيعية لسفننا الطائرة فى مدارها ، تبعاً لمقتضيات واحتياجات العلماء . ولما كنا عاجزين فى الوقت الحاضر عن الوفاء بهذه المهمة ، فها نحن نقوم بإنجاز الأعمال الهندسية الفضائية على الأرض ، ولا بد من إرسال التجميعة بأكملها إلى المدار الأرضى . ومما لا شك فيه أننا قد نجحنا بالرغم من هذا التعقيد (كما حدث فى الأقمار الصناعية الخاصة بالإشعاع والمساحة الأرضية والاتصال والطقس والملاحة والمراقبة وغيرها من الأقمار) ، ولو أننا لم ننجز كل ما كنا نود إنجازه .

والإنسان هو المشكلة . فلسنا فى حاجة إلى بطولات فضائية ، ولكن إلى مهندسين وبنائين فضائيين يستطيعون بأيديهم أن يعملوا أثناء الطيران الحر ما تستطيع الأيدى بناءه هنا على سطح الأرض . نحن فى حاجة إلى القدرة الهندسية والبنائية فى الفضاء حتى نستطيع أن نستغنى عن مجازفة ارتياد الفضاء ونتطلع إلى عائد العمليات الهندسية التكرارية .

وسيكون من الخطأ الجسيم أن نستنتج أن كل ما نحتاج إليه هو أن نمد



(شكل ١٥)
البناء والصيانة فى المدار

رجالنا بالآلات وبدل الضغط حتى يتمكنوا من مغادرة أرحامهم الواقية فى سفن الفضاء ليؤدوا أعمالاً هندسية وهم مسترخون داخل بدل الضغط. فالعمل أكثر تعقيداً من هذا بكثير. والهندسة والبناء الفضائيان سلالة أخرى تختلف عما تعودناه من أعمال على سطح الأرض، ولا تقاس بتاتاً بما نعرفه من الأعمال التى ستواجه الرجال فى الفراغ البعيد عن جونا. وقد وصفت هذه الأعمال فى الفضاء بأنها قصة عجيبة ولو أن هذا أيضاً تعبير أقل من الواقع. على أنه يرجى أن تكون الهندسة والبناء الفضائيان عملاً ثورياً تماماً. فلا بد للرجال من أن يتعلموا قبل كل شىء كيف يتغلبون على الصعاب التى ستواجههم أثناء عملهم وهم فى بدل الضغط التى تمنع عنهم خطر البيئة الفضائية القاتلة. والمشكلة هى ذات المشكلة

التى تواجه رجلاً فى بدلة الضغط يعمل فى جو من الغازات القاتلة. وفى الإمكان تمثيل الفراغ تمثيلاً صحيحاً بمكان لاضغط له ولا جو . ولا بد من أن يكون موقف الرجل الذى يرتدى بدلة فى الفضاء هو المحافظة على قطع الاتصال بينه وبين الفراغ — منعاً لوقوع أى خلل فى سلامة الضغط ومصادر قوى بدلته التى تكون بمثابة درعه الواقى .

إلا أن العمل تحت ظروف انعدام الجاذبية ، علاوة على ذلك ، يستلزم تعويضاً دائماً لفقدان الوزن ، كما يتضمن عناصر الفعل ورد الفعل المحيرة . إذ لا يستطيع الرجل تحت ظروف انعدام الجاذبية أن يقوم بإدارة مفتاح ليفك به صامولة . فإنه إن فعل هذا بالآلات التقليدية التى نستعملها على على الأرض ، فإن الضغط الذى يستمده من ذراعه ومعصمه ويده لن يستطيع تحريك الصامولة ، ولكنه بدلاً من ذلك سيدفع الرجل إلى الدوران حول الصامولة . وهناك أيضاً مشكلة فريدة تسبب الكدر ، هى مشكلة الأشياء التى فقدت وزنها ، ولكنها لازالت تحتفظ بكتلتها . فها هى الكرة الحديدية ، التى تزن وهى على الأرض ٥٠٠٠ من الأرطال ، لاتزن أثناء الطيران الحرشيئاً بالمرة . إلا أن هذا لايعنى أن عامل البناء المدارى يستطيع أن يطفو إلى الكرة ليدفعها إلى مكان بالذات يود أن تكون فيه . فلما كانت كتلة الكرة ما زالت أكبر بكثير من كتلة الرجل فإن دفعة قوية من هذا النوع كفيلة بدفع الرجل مرتداً بسرعة فى اتجاه مضاد لاتجاه دفع عضلاته .

وتقتضى هذه المشاكل إيجاد حل لها فى أقرب وقت ممكن ، إذ لا بد من وجود الرجال لتجميع محطات الفضاء ، ولإعدادها وتجهيزها للإقامة أو السكنى . لا بد من وجودهم لتجميع مئات من الوحدات اللازمة لبناء هوائيات عملاقة فى الفضاء ، وإقامة محطات لإعادة التموين بالوقود والإمكانيات اللازمة للسفن قبل رحيلها فى رحلات طويلة المدى نحو الكواكب ، ولبناء المركبات — وهم فى المدار — التى ستطلق إلى هذه الوجهات البعيدة .

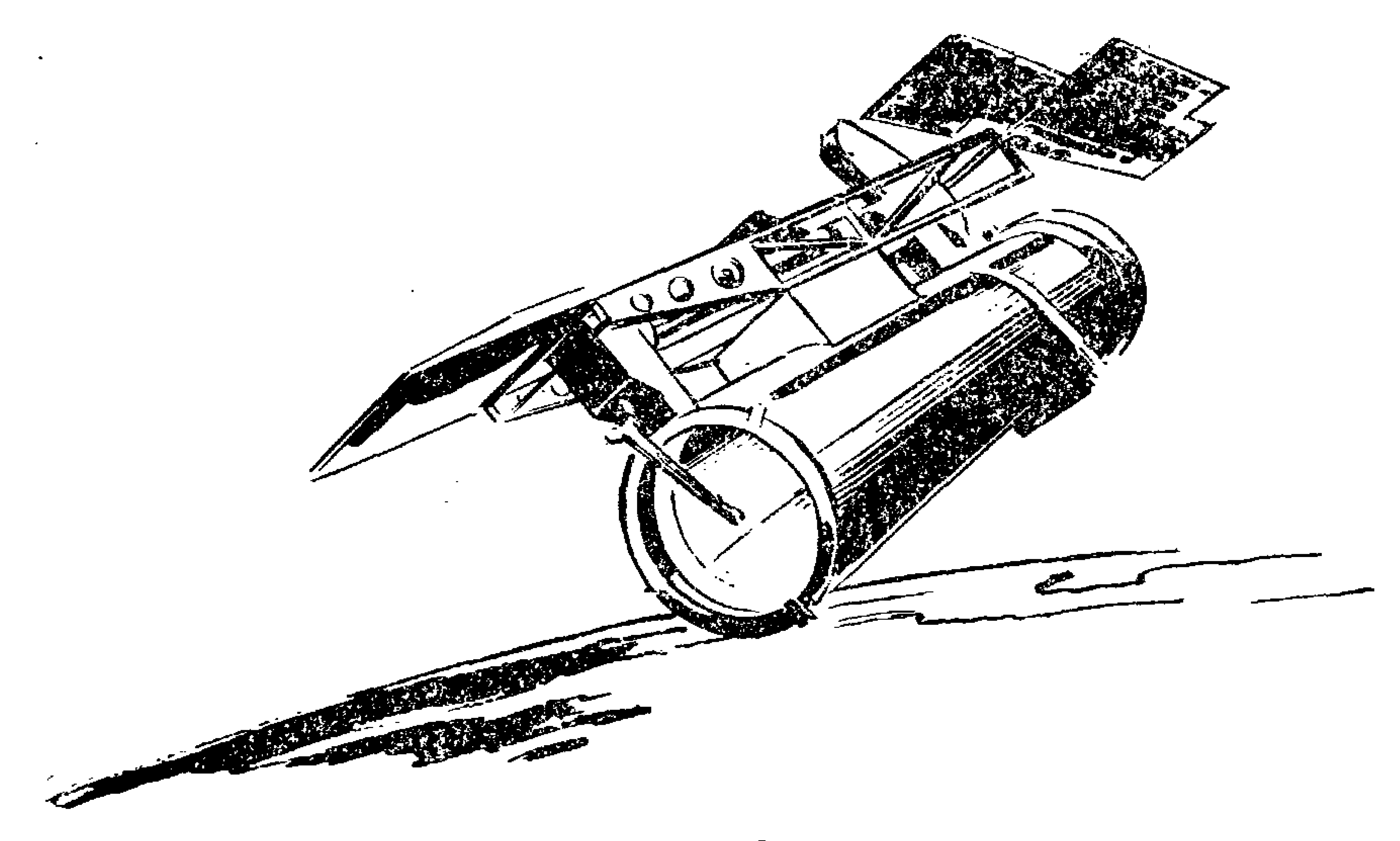
والعلماء شغوفون ببناء تلسكوبات فلكية عملاقة فى المدار ، بعيداً عن الآثار المزعجة التى يسببها دوران الأرض ، والجو المظلم المكر الذى يتدخل فى ظروف الرؤية من سطح الأرض . كما أنهم متشوقون لوضع تلسكوباتهم البصرية فى مدار أرضى حتى يستغلوا المزايا الفريدة التى يتيحها التخلص من الجو المضطرب ومايعلق به من تلوث . كل هذا نتطلع إليه برغبة قوية، إلا أن تحقيقه أصعب بكثير مما نتصور .

وقد يصبح من اللازم أن نشكل السطوح العاكسة لمراصدنا الفلكية الكبرى ونحن فى المدار . وهذا يعنى ضرورة العمل تحت كل الظروف التى يتميز بها الطيران الحر ، والإشاعات الشمسية المباشرة ، وردود الفعل الغريبة التى تمارسها المعادن تحت ظروف الفراغ ، ومشاكل انعدام الوزن مع بقاء الكتلة ، وغير ذلك . فلماذا هذا المجهود بالذات ؟ لأننا نود أن نقيم تلسكوبات ضخمة بالمعنى الحرفى للكلمة ، حتى نستطيع أن ندخل تحسينات هائلة على أرصادنا لما بين الكواكب وما بين النجوم . فمن المحال أن نبنى المرصد العظيم على الأرض تحت ظروف الجاذبية ، ثم نحمله أعلى صاروخ ، وندفع هذا كله تحت تأثير جاذبية كبيرة إلى المدار . حتى لو فرضنا أننا تمكنا من بناء الصواريخ التى تبلغ فى ضخامتها حداً يكفى لذلك ، فإن التشويه الذى سيصيب المرصد سيؤدى بكثير من الفلكيين إلى البكاء الجنونى والثورى .

على أن هناك فوق هذا أمر الدولارات وهو أمر لابد أن يؤخذ فى الاعتبار . فمما لا يقبل الشك فى مرحلتنا الحالية من مراحل تطور الطيران الفضائى ، أنه من الأرخص أن نبنى شيئاً ، ونحزمه فى علبة من البلاستيك أو الألومنيوم ، ثم نطلقه إلى المدار . إلا أننا سنتقدم مسرعين ، مع مرور الزمن ورغبتنا فى زيادة حجم أجهزتنا الفضائية وتعقيداتها ، علاوة على ما نقوم به نحو ضمان تشغيلها لسنوات عديدة ، سنتقدم مسرعين نحو المشاكل التى لا تستطيع

الدولارات حلها. فكلما طالت مدة الرحلة الفضائية، زادت فرص الفشل. وسوف يكون من أصعب الأشياء عندئذ أن نوضح للجنة منبثقة من الكونجرس أن قمراً صناعياً تكلف ١٨٠ مليوناً من الدولارات توقف عن العمل بسبب خلل طرأ على مفتاح مرحل ثمنه ٢٠ دولاراً ، وأن أحداً لم يستطع إصلاح هذا الخلل .

على أننا سنصل فى المستقبل القريب إلى حد « اللاعائد » للدولارات التى تنفق على الأعمال الهندسية. وسيكون من الأرخص عندئذ أن تتاح لنا الوسائل لإرسال ملاحى الصيانة والإصلاح إلى المدار لسد أية احتياجات تتطلبها الآلات المقبلة.



(شكل ١٦)
تلسكوب فضائى فى المدار

ومن المشاكل الكبرى فى تدعيم الأجهزة الفضائية سرعة التقدم التكنولوجى فى الوقت الحاضر ، إلى حد أن أجهزة اليوم قد تصبح فى مدى عدة شهور أو سنة أجهزة عفا عليها الزمن ، وتقل كفاءتها إذا قورنت بالأجهزة الحديثة. إلا أنه بدلاً من التخلى عن مركبات تدور فى مداراتها فعلاً ، فقد يقرر المحاسبون أنه من الأرخص أن نرسل جماعة من البنائين الفضائيين إلى المدار حيث

يتلاقون مع المحطة الكبيرة ، ويقومون لا بصيانتها فقط بل باستبدال أجهزة جديدة بدلاً من الأجهزة القديمة ، علاوة على تركيب أجهزة إضافية جديدة — نوع من العمل الترقيعي يتميز به عصر الفضاء ويؤدى وظيفته بسبب انعدام الجاذبية بكفاءة فائقة .

وهناك ،علاوة على هذه الأنشطة فى المدار الأرضى ، مهمات والتزامات قد خططت فعلاً لرجال فضاء المستقبل ، الذين سيكونون جميعاً رواداً للفضاء، ولو أنهم رواد يختلفون تماماً عن الطيارين الأقوياء العنيدين موفورى الصحة الذين فتحوا لنا الطريق . فلا بد أن يكونوا ، كما سبق أن استنتجنا ، مهندسين وعلماء قادرين على القيام بالكشوف والدراسات العلمية بدلاً من أن يكونو أبطالاً ينيرون الطريق.

أما الأعمال التى سيطلب منا القيام بها فوق سطح القمر فيسهل تصورها إذا قورنت بالأعمال الهندسية والبنائية التى ستجرى أثناء الطيران الحر حول الأرض . إذ أنه ليس من الصعوبة فى شىء أن نتصور رجلاً فى بدلة للضغط يتجول على سطح القمر الخالى من الهواء . وسوف يسير الرجال يلكزون ويوكزون هنا وهناك،ليعثروا على خزانة ضحيحة من المواد الغريبة بغض النظر عن مكان وجودهم وعما يفعلونه . سيلتقطون الصور الفوتوغرافية ، وقراءات الأجهزة ، ثم يعودون بعينات إلى سفينتهم لإجراء التحليل المعملى عليها ، ويقيسون درجات الحرارة ، ويدرسون الأرض بعيونهم المجردة (للأثر) وبأجهزتهم (للعلم) ويحفرون ثقوباً ويصلحون ما حولها ، ويقيمون المعدات الآلية لإرسال البيانات إلى الأرض عندما يرحلون .

وسيقوم هؤلاء الرجال بأداء عدد كبير من الأعمال ذاتها التى يتابعها علماء الطبيعة المكتشفون هنا على الأرض الدافئة التى يحيط بها الهواء وتزخر بالحياة، لولا بيئاتهم الغريبة ، وسطح القمر العدائى القاسى ، والذى تتأرجح درجة

الحرارة فيه فى مدى ٤٥٠ درجة فهرنهيتية ، والفراغ ، وأخطار الشهب التى قد تخرق بدلهم أو أجسامهم أو سفينتهم ، وشعورهم المزعج وهم يمشون فوق رماد عالم ميت (« لولا » كبيرة طبعاً !) .

ويبقى بعد الكشف الأول للقمر عمل ضخم ، هو بناء إمكانيات علمية دائمة الحيوية على سطح هذه الكرة الصغيرة — عمل ذو وجهين : بناء وتدعيم للمسكرات القمرية ، والاحتفاظ باستمرار وورود الإمدادات من الأرض . على أنه من السهل أن نرى أن تكاليف الاحتفاظ بفيض من الإمدادات من هذا الكوكب إلى القمر ستكون مذهلة ، بل من السهل أن نرى أن هذه التكاليف قد تكون مانعة . إذ أن تكاليف إطلاق سفينة فضاء واحدة إلى القمر ، تحمل رجالاً وإمدادات ، على أساس منتظم إلى حد ما ، تزيد على مائة مليون من الدولارات. وتتضاعف هذه التكاليف ، إذا أخذنا فى الاعتبار ما قد يحدث من إجهاض بعض الرحلات ، علاوة على ماقد يحل من كوارث .

وعلى ذلك فلا بد لأى برنامج فضائى يتطلع إلى هدف طويل المدى ، وعائد متزايد للاستثمار ، لابد له من أن يحاول تجهيز أى محطة قمرية بأكبر عدد من الوسائل الممكنة لهذه المحطة ، تمدها بأكبر قدر من المقومات فى صورة هواء قابل للتنفس ، وماء ، وطعام ، ومصادر للقوى . وإنه لمما يدهش ألا تكون هذه المشاكل أكبر من مشكلة إقامة نفس هذا الأداء فى سفينة الفضاء. إلا أن المجهود الأولى هو ما يتطلب الكثير . على أن محطة قمرية ، عبارة عن حزمة صغيرة من الأرض الصناعية ، لن تصبح بمرور الزمن والخبرة وإقامة الإمدادات اللازمة وللمعدات المرسلة من الأرض حقيقة واقعة فحسب ، ولكنها ستصبح فوق ذلك مجازفة رابحة، سيكون من دواعى سرور الصناعة والحكومة أن يقوما بمدها بالاعتمادات اللازمة .

على أن الكاتب لا يحاول بأى حال من الأحوال أن يقلل من جسامة

العمل فى إقامة محطة تستطيع تدعيم نفسها . فإذا نظرنا إلى المهمة على أنها أمر فورى فإنها تبدو لنا فوق مستوى تكنولوجيتنا . أما إذا نظرنا إليها من وجهة الدارسة التى قد تستمر عشرات من السنين بدلاً من بضع سنين فقد تصبح أمراً لامفر منه .

وتقوم النازا فعلاً فى الوقت الحاضر على أساس هذه النظرية طويلة المدى ، بالتخطيط للشروع فى هـذا البناء . وقد قال هومرنيويل ، المدير بإدارة العلوم الفضائية التابعة للنازا : « ومن المرغوب فيه أيضاً ، بسبب العمل البنائى الذى سيحدث يوماً ما على سطح القمر ، أن يكون من بين من يقومون بعملية كشف القمر مهندس مدنى ، سيقوم ، عـلاوة على الكشف ، بالنظر والتفكير وجمع البيانات اللازمة لليوم الذى ينفذ فيه بناء مخازن الإمدادات والمخابئ الواقية من الإشاعات ، وإنشاء الطرقات ومواقع الهبوط ، وإقامة القواعد والمراصد الكبيرة .

« وقد أصبح من المؤكد فعلاً أن الإنسان ، عندما يؤدى أعماله الهندسية والبنائية على القمر ، فإنه سيؤديها تحت ظروف تختلف كثيراً عن الظروف التى تواجهه على سطح الأرض . فالجاذبية على القمر لا تتعدى سدس قيمتها على الأرض ، فى حين أن عدم وجود جو من أى نوع ، والقذف بالجسيمات الشهبية ودوام وجود الإشاعات الواردة مما بين الكواكب ، والمدى الهائل فى درجات الحرارة ، واحتمال وجـود الغبار الذى سيكون أكثر من سبب للإزعاج ، والظروف غير العادية التى تسببها الشحنات الكهربائية الساكنة ، إلى غير ذلك ، كل هذه سيكون من شأنها أن تواجه الإنسان بمشاكل تؤثر فى براعته ومهارته إلى أقصى الحدود .

« وسيكون لزاماً علينا ، عندما تبدأ القواعد القمرية أو المراصد عملها ، أن نكون قد وضعنا خطة للاحتفاظ بخطوط تموينها . وستجعل وسائل النقل

اللازمة والمقـــــومات العملية للمجهود ، ستجعل من بعثة أنتــاركتيــكا (المنطقة المتجمدة الجنوبية) ، عنـــــد المقــارنة ، شيئاً معادلا لتمرين مدرسى لا أكثر .

«ولا بد من أن يقوم مخلوق ما بإنجاز كل هذا ، مخلوق وصفه الـكولونيل جون بول ستاب رائد الطب الجوى الفضائى حين قال إنه « مخلوق تحيط به قيود خطـيرة والتزامات باهظة التـكاليف ، كالانفعالية والمواصفات البيئية المعقدة التى تتصف بضيق هوامش الانحراف، ووسائل النقل المضنية ، والتخلص من الفضلات الـكريهة،والقيود الملازمة».

إنه عمل فذ لا يقوم به إلا الرجل !

الفصل السادس

مسألة جاذبية

ظل الأطباء والفنيون ، منذ أن بزغ فجر الطيران الفضائى عندما كان حلماً من أحلام العلماء إلى أن أصبح مادة علمية عاملة (ولكن قبل أن يصل إلى مرحلة الفن) ، يعملون بنشاط وحماس شديدين حتى تتاح لهم أحدث المعلومات عن مشاكل الإنسان وهو بعيد عن الأرض . وقد كانت أهم أسباب القلق على صالح الإنسان الطائر فى الفضاء ، قبل أن يطلق الروس فوستوك ١ إلى المدار ، وينشروا حبرهم الأحمر على صفحات التاريخ ، كانت تتعلق بالتحمل وبقاء الحياة ، والرغبة فى العمل تحت ظروف انعدام الجاذبية طويل المدى . إلا أن انعدام الوزن كان العامل المتوارى داخل المحرقة الفسيولوجية ، تنبأ عنه عدد غير قليل من الأطباء الذين تجعدت جبهاتهم ، تنبأوا بإصرار بأن الإنسان لن يستطيع أن يخرج سالماً مما كانوا يعتقدونه تجربة فسيولوجية وانفعالية مدمرة — هى الإحساس بالهبوط المستمر فى هاوية لا قاع لها .

حتى أولئك الذين حصلوا على قدر أكبر من المعرفة عن خصائص الكائن البشرى — وقدرة الإنسان المذهلة على تحمل كل وسائل العقاب ، وعلى الإبقاء على حياته بروح طيبة — تنبأوا بمشاكل خطيرة . فقد تمسكو باعتقادهم فى أنه لابد للإنسان من متابعة التدريبات العنيفة ، والنظام الذاتى الصارم ، والتعود على انعدام الجاذبية فى رحلات مكافئية (تمتد إلى ستين ثانية) فى طائرات نفاثة حتى يستطيع التغلب على ظاهرة انعدام الوزن فى الفضاء .

أما ماذا يحدث لو امتد بقاء الإنسان فى الفضاء مدة كافية تسمح له بالنوم، فهذا أمر آخر ، وربما كان كابوساً . وكانوا يقصدون بالكابوس معناه



شكل (١٧)

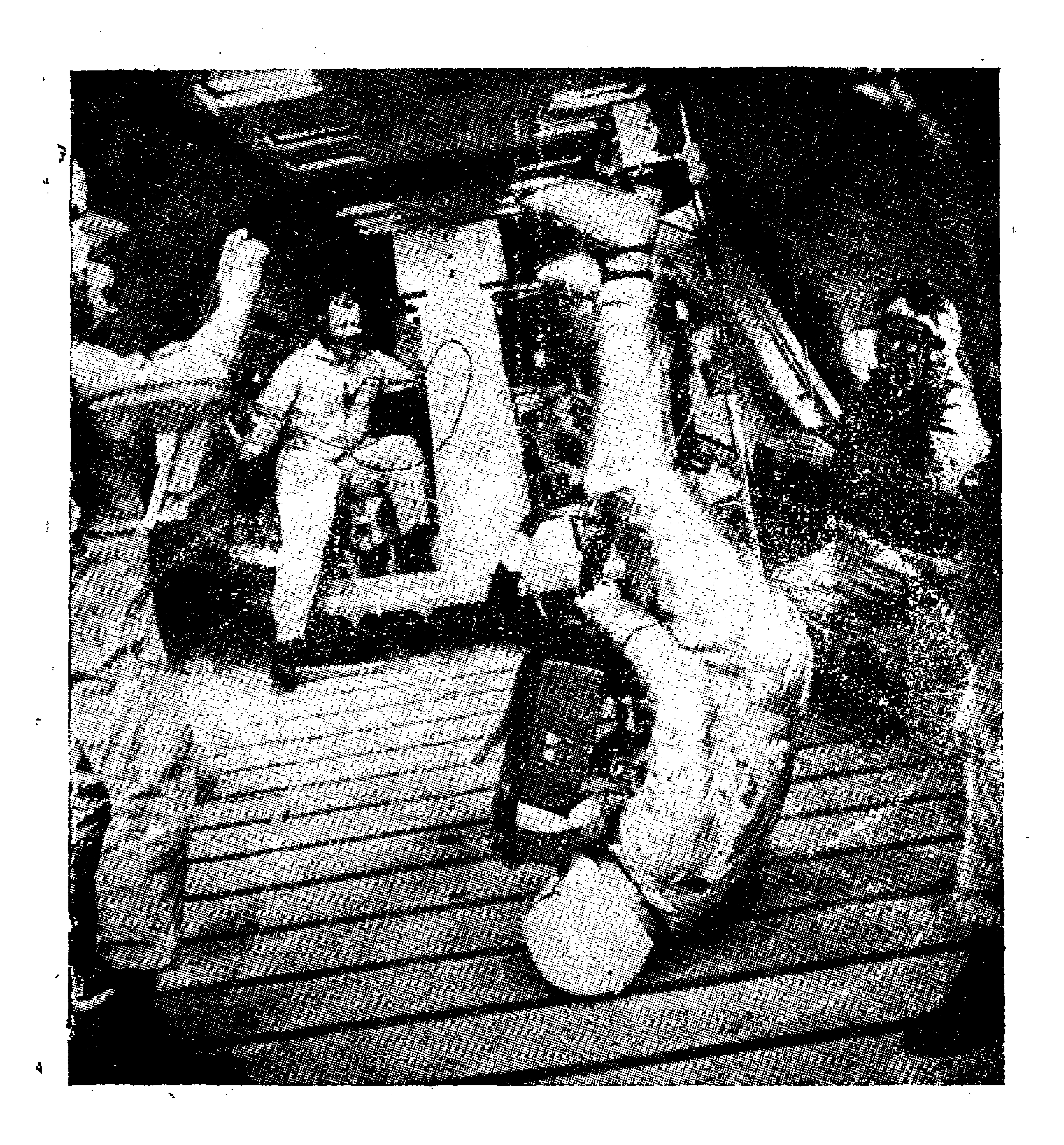
أحد رواد الفضاء الروس يطفو طفواً حراً فى فوستوك .

الحرق . فقد كانوا يعتقدون أن الإنسان ، إذا غلبه النعاس ، انعدمت لديه قدرته على التحكم فى ذاته ، وأخذ العقل الباطن يتفاعل بغريزته للإحساس بالهبوط ، مما يدفع بالإنسان إلى كابوس الهبوط ، طرفاً فوق طرف ، وهبوط بعد هبوط . فهم بكل بساطة لم يعتقدوا أن لإنسان من عجينة بهذه الصلابة .

إلا أننا جبلنا عـــلى الأعتقاد فى شىء آخر . فإن الرعب الذى يسببه الانفعال والشعور بالضعف البدنى ، على نحو ما يدركه كل طفل على هذه

الأرض (وربما كان إدراكه أكثر وضوحاً من إدراك والديه) ، لم يطرأ للإنسان فى المدار ، وإن الـكابوس جاء نتيجة لأخطاء ميكانيكية لا بسبب هفوات من جانب الإنسان ذاته . فقد أتيح لرواد الفضاء الأمريكيين والروس وهم فى أرحامهم الضيقة ذات الجدران الحديدية ، أن يديروا رؤوسهم بسرعة، ويهزوا رؤسهم بعنف إلى الخلف وإلى الأمام ، وأن يلفوا رؤسهم كالبلهاء ، ويرجوا أنفسهم من ناحية إلى أخرى كما لو كانوا فى قبضة كلب متوحش ، ويهزوا أجسامهم بوحشية فائقة ، ويلوحوا بأذرعهم كما يفعل السباح الغارق ، كانوا يفعلون كل ذلك دون أية صعوبة . لم ينتظروا ليروا ماإذا كان لانعدام الوزن آثار ضارة . بل على العـكس تعمدوا ، بروح الإخلاص الذى يتميز به طيارو المقاتلات ذوو المؤهلات التى كانت من قبل موضع الشك ، تعمدوا اختبار مخاوف الأطباء . كما أن رواد الفضاء الروس تمـكنوا ، بفضل اتساع سفينتهم ، من ممارسة تمارين أشد عنفاً مما أشرت إليه . فقد استطاعوا وهم فى المدار أن يديروا أجسامهم بوحشية كما يفعل السحرة ، متحدين بذلك قوة الجاذبية ، كما كان الطيارون يفعلون فى كل من بلدينا وهم يقودون طائراتهم النفاثة القوية فى قوس مـكافىء لإحداث ظاهرة انعدام الوزن المؤقتة . أما انفعالات رجال الفضاء الأمريكيين والروس على السواء ، بعد القيام بهذه المناورات السحرية داخل سفنهم ، فقد ظهرت بوضوح فى مظاهر البهجة والسرور التى بدت على وجوههم أمام مشاهديهم .

وبذا فقد ثبت أن انعدام الجاذبية لا يسبب لنا مشاكل متخفية . أما الاتزان والتوجيه فأمران فى غاية الدقة من حيث القدرة على التحـكم والمناورات الأخرى داخل سفينة الفضاء ، ومع ذلك فقد ثبت أنهما داخل حدود قدرة رائد الفضاء الماهر المدرب ذى الخبرة . إلا أن هذا لايجب أن يتضمن أن رواد الفضاء لم يمروا بلحظات رهيبة أثناء تدريبهم على اكتساب



(شكل ١٨)

لا فوق ولا تحت فى حالة انعدام الوزن

هذا ما يتعلمه رائد الفضاء عند انعدام الجاذبية أثناء اختبارات أداء الطائرة

هذه الخصائص اللازمة ، فقد تمردت معداتهم وامتلأت بسرعة أكياس المقيئات العميقة ، مما كان له أثر سيِّئ فى نفوسهم .

وقد كان لانعدام الوزن فى أيام ما قبل الفضاء ، عندما كنا نعرف عنه القليل ، مشاكله الخاصة ، فقد كنا نتوقع منه أن يفرض علينا أشد درجات

الاحتراس ، حتى عند أقدر الناس . وقد كان الميجور جنرال دان أوجـلى يعتقد عن رجال فضاء المستقبل (فى ذلك الوقت) فى أنه :

« لا بد من أن يتوفر فى هذا الشخص ما نتطلبه من أحسن الطيارين فى يومنا هذا (١٩٥٨) ، كما يلزم أن تتوفر فيه اللياقة البدنية والانفعالية التى تصلح لمقاومة الآثار الضارة الانفعالية التى تسببها القمرات المحكمة القفل التى تسير بسرعـة (ويعلم الله إلى أين) عبر السكون الرهيب فى سماء مظلمة لا أول لها ولا آخر ».

كما قام الدكتور سيجفريد جيراثيفول ، بمدرسة طب الطـــيران التابعة للسلاح الجـوى ، فى عام ١٩٥٨ ، بتلخيص وجهـات النظر الطبية عما ينتظر مواجهته ، حيث قال :

« إن أغرب الظروف التى تواجه الإنسـان فى الطيران الصاروخى هو ظروف انعدام الجاذبية الذى لا يحس فيه بوزنه . وهو أكثر مشا كل الطيران الفضائى فتنة من الناحية السيكولوجية . فليس له مثيل فى خـبرة الإنسان على هذه الأرض أو فى الطيران التقليدى ، ومن الصعب دراسة هذه الحالة بسبب عدم إمكان إحداثها إلا فى ظروف تقرب من ظروف الطيران الفضائى الحقيقى . ولن يتاح لنا بديل لانعدام قوة الجاذبية التى تتوفر فى العمليات الفضائية ولو شُحِذَت براعة الإنسان إلى حدها الأقصى . وقد يبدو لأول وهلة أن انعـدام الوزن قد يكون تجربة بسيطة وسارة ، هى أقرب إلى الطفو فى الهواء الذى نحلم به فى منامنا . . . إلا أن هذا ليس هو الواقع . فليس من الممكن على الأرض أن نتخلص من الوزن . وما الحلم إلا وفاء برغبة تدرك فى ذاتها القيد الأزلى الذى يفرضه الوزن هنا على الأرض ... » .

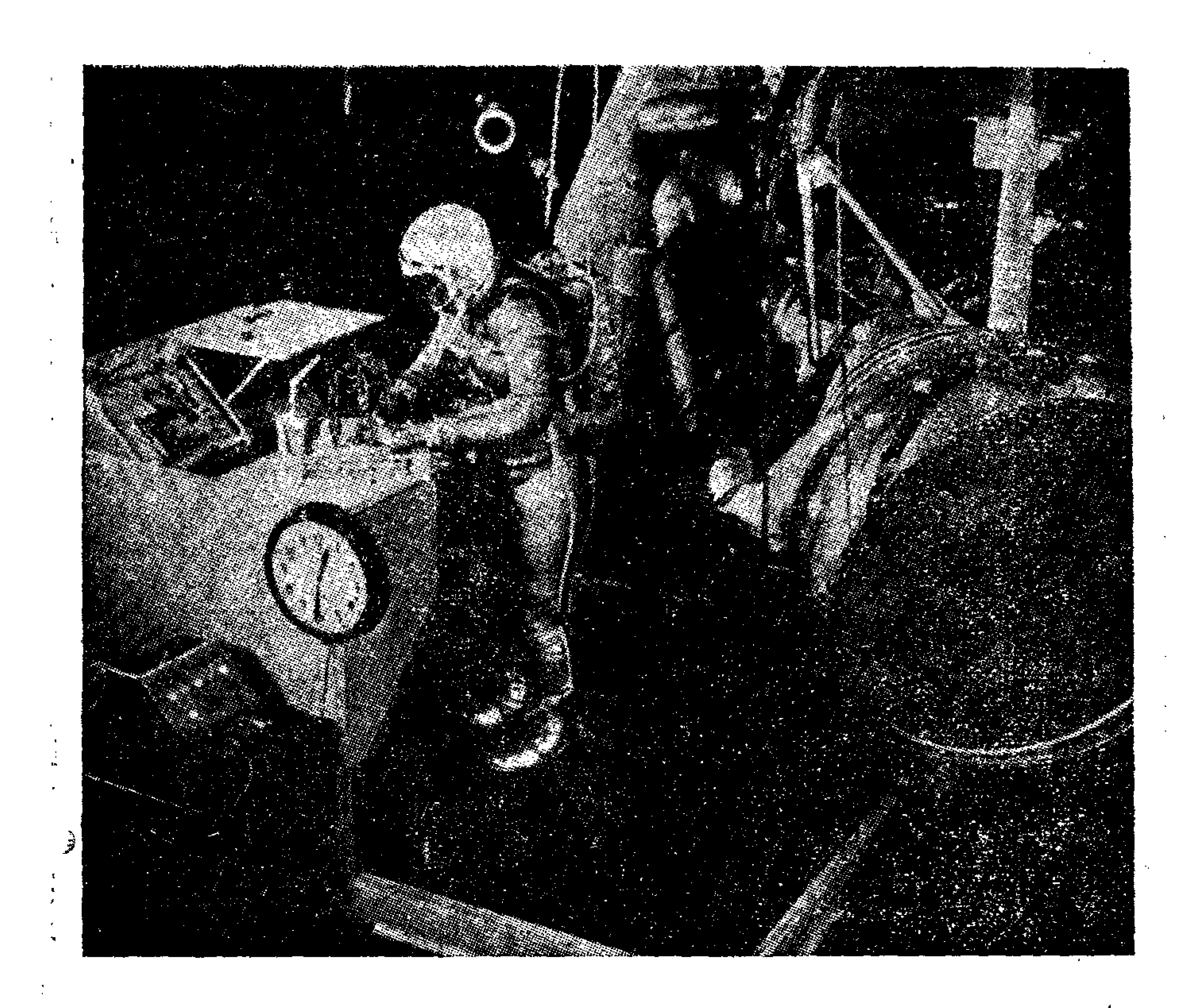
وإنه لمن الصعب علينا فى الوقت الحاضر ، على ضوء ماعبر به رواد الفضاء كمجموعة من أنهم يحبون انعدام الوزن وينعمون به ، ويصفونه بأنه إحساس مدهش يستطيع الإنسان أن يعتاده بسرعة ويسر فائقين ، من الصعب علينـا

أن نتصور الرعب والفزع اللذين كنا نشعر بهما لمصير الرجال الذين كان مزمعاً إرسالهم ليهيموا مثل حبوب اللقاح فى الفراغ السحيق .

فقد أدت الدراسات المضنية ، التى قامت بها مدرسة طب الطيران التابعة للسلاح الجوى (فى السنوات الخمسينات الوسطى والأخيرة عندما كانت المدرسة تحتضن فريقاً من أكبر المتخصصين فى طب الفضاء فى العالم) ، إلى إعلان تحذيرات مخيفة فى هذا المجال . فقد كان الأطباء يتصورونه بجدية قائلة : « حالة ما يمكن أن تؤثر تأثيراً خطيراً فى رفاهية الفرد وأدائه العملى . كما يجوز أن تؤثر تأثيراً عميقاً على وظائف الأعصاب التلقائية (التى تتحكم من تلقاء نفسها فى ضربات القلب ، والتنفس ، والهضم ، والأمعاء ، والمرارة ، واللمس ، والنظر ، والتوازن ، والتوجيه) . وأخيراً فقد تحدث إحساساً قوياً بالهبوط وعجزاً كاملاً عن العمل » .

وتكمن فى هذه الكلمات الأخيرة — « . . . عجزاً كاملاً عن العمل » — إحدى العقبات الخطيرة فى طريق قبول فكرة الإنسان فى الفضاء . وكان هذا تأييداً كاملاً لأولئك العلماء الذين كانوا يتطلعون إلى كل أوقية من الوزن وكل بوصة من الحيز ليخصصوها لأجهزتهم الثمينة التى يحصلون منها على قياسات الفضاء بعيداً عن الأرض ، والذين يتنبأون بأن الإنسان لن يقوم إلا بإثارة الفوضى فى سفينة الفضاء .

وقد ظل التفكير فى آثار انعدام الوزن على جسم الإنسان وعقله سائداً عدة سنوات منذ بدأ ظهور الطائرات النفاثة ذات السرعات الكبيرة والأداء العالى ، بعد الحرب العالمية الثانية . وقد كان فى قمة قائمة معتقداتهم أن الإنسان سيواجه فى حالة انعدام الوزن ، على أقل تقدير ، وقتاً سيئاً مدمراً يفقد فيه الإنسان الإحساس بالتوازن . وكانوا يحذرون بأن المخ يستقبل معلوماته عن الوضع والاتجاه وحمل الجسم من أربع وسائل إحساسية : الضغط



(شكل ١٩)
رائد الفضاء يجرى بعض التجارب بآلات قد يستخدمها فى الفضاء وذلك فى غرفة الفراغ وهو لابس بدلة الضغط وواقف على أرضية من الهواء تقلد آثار انعدام الوزن تقليداً جزئياً .

على الأعصاب والأعضاء ، وشد العضلات ، والاستلقاء ، والأذن الباطنة . وتدل هذه الوسائل على التغييرات التى تطرأ على العجلة والوضع عن طريق الضغط على الخلايا الحسية . وقد كانت نظرياتهم تفرض أن الخلل يصيب الثلاث الأولى من هذه الوسائل فى حالة انعدام الوزن . كما كانت تفرض أن حصى الأذن ، وهى الأعضاء الحسية فى الأذن التى تساعد على التوجيه ، قد ترسل إلى المخ إشارات تسبب فى الواقع ارتباك رائد الفضاء . وكانت هذه الاحتمالات تتضمن كذلك تنبؤاً بالموت نتيجة للخلل الذى يصيب الجهاز الدورى . . . » .

وقد أدى بنا الخوف من احتمال الفشل الكامل للإنسان فى الظروف الدارية — انعدام الوزن — إلى تعريض عدد كبير من الحيوانات لفترات قصيرة من انعدام الجاذبية فى الطائرات والصواريخ . فقد أطلقت السلاحف فى كور محكمة القفل ، بعد إزالة حصى الأذن من بعضها واستبقائها فى البعض الآخر ، فالتهمت الطعام المخمر داخل عالمها المائى المحدود ، أما الفئران والجرذان فتعثرت وكافحت تحت ظروف انعدام الجاذبية ، بينما سبحت القطط فى حالة من الارتباك كما تشير بذلك هذه النبذة المأخوذة من ورقة نشرتها مدرسة طب الطيران :

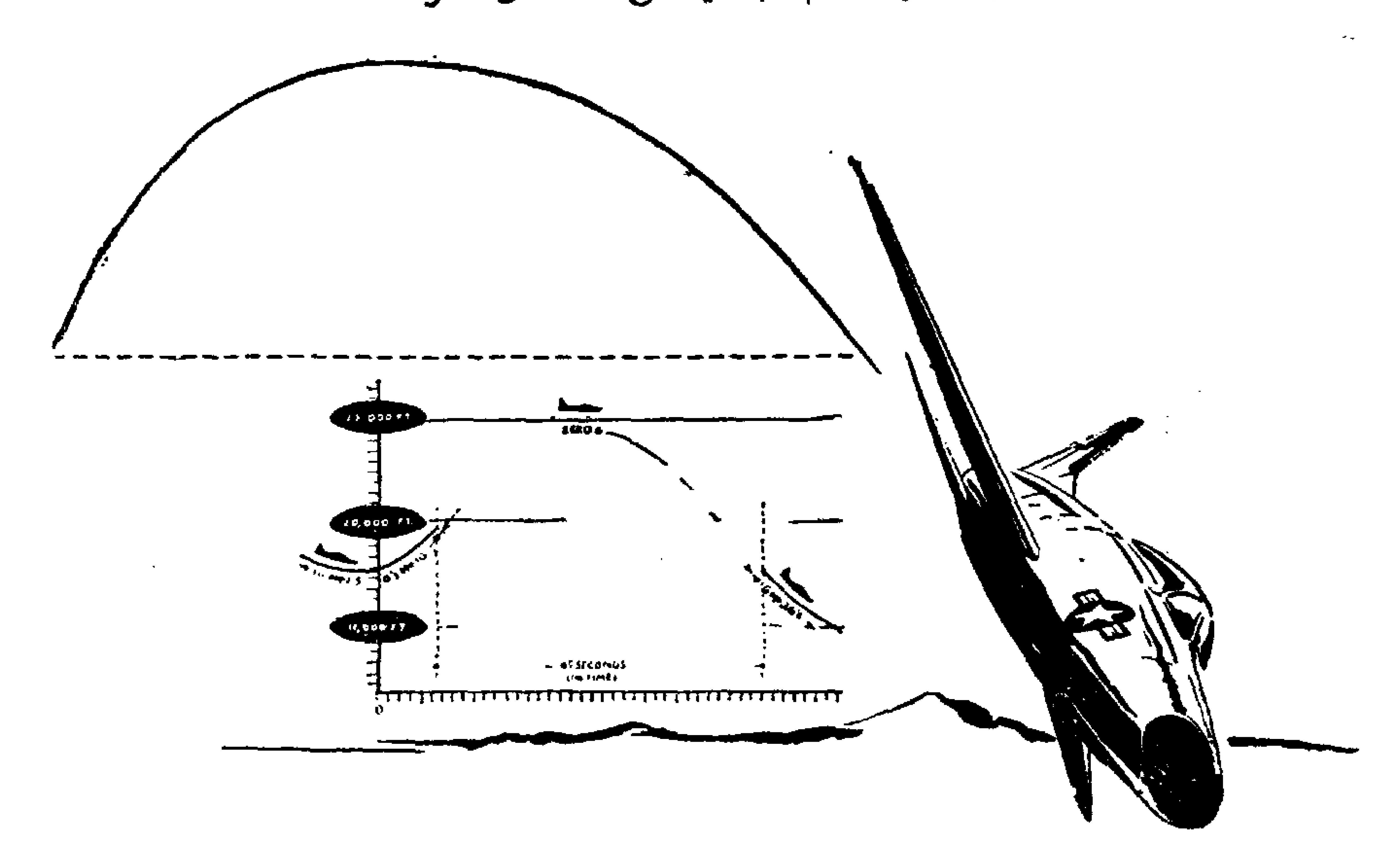
« احتفظ الحيوان بوظائفه الانعكاسية طالما كانت هناك عجلات ولو طفيفة. أما إذا انعدم وزن القط أدى ذلك إلى تأخير الفعل الانعكاسى (التصرف الغريزى لتحقيق التوازن) أو تعطيله تماماً . ولا يلبث الحيوان أن يرتبك ويهتاج ويتعثر ، أو يتيم نفسه فى الاتجاه الخطأ . على أن العلامات البصرية لم تؤثر على هذه الصورة الانعكاسية . فلما اختفت محصلة القوى العاملة (الجاذبية والقصور الذاتى) ، فقدت حصى الأذن قدرتها على الإحساس ، مما أدى إلى فقدان القدرة على التوجيه . وظلت الحيوانات على حالها من الارتباك بعد انتهاء هذه التجربة الغريبة » .

وهنا أثير السؤال عما يكون عليه أمل الرجال فى تحمل آثار انعدام الوزن إذا كانت القطط ، رغم ما تتمتع به من قوة الفعل الانعكاسى الغريزى للتوازن ، قد فقدت « قدرتها على التوجيه فقداناً تاماً » . وقد أوقعنا فى نفس الارتباك ، بصدد هذا الموضوع ، ما أعلنه السوفييت عن انعكاسات الكلبة لايكا التى دارت حول الأرض فى صحة جيدة لما يقرب من ستة أيام قبل أن تقتل بدون ألم . إلا أن النجاح المعلن عنه الذى أحرزته الكلبة الصغيرة فى دورانها حول الأرض فى سبوتنيك ٢ لم يهون من مخاوف الأطباء . فقد قال الدكتور



[شكل ٢٠

اختبار أثر انعدام الجاذبية على القطط فى طائرة مقاتلة



(شكل ٢١)

مسار طيران قوسي مكافئى لطائرة «ف ـ ١٠٠ف» فى إحدى تجارب انعدام الجاذبية

جيرانيفول محذراً إننا « يجب ألا نطمئن إلى الدراسات التى تعنى بتصرف الحيوانات فى حالة انعـدام الوزن ، فإنها قد لا تعـكس قدرة الإنسان على التكيف لهذه الحالة بطريقة سليمة » .

فكيف إذن تصرف الرجال عندما تعرضوا لظروف انعدام الجاذبية ؟ لقد قطعت نتائج الاختبارات ، التى أجريت فى طائرات كانت تطير فى أقواس مكافئية ، شوط العواطف والانفعالات وما يتعارض مع الانفعالات .
فقـد أدرك الأطباء على الفور أن تقييـد الجسم بالأحزمة — المألوفة لدى الطيارين الذين يتحملون كثيراً من مختلف القوى التى تؤثر على أجسامهم أثناء مناوراتهم بالطائرات المقاتلة — قد قدم لهم مساعدة هائلة ، مكنت الرجال من هز رءوسهم دون صعوبة ، فى حين أن ضغط الدم والتنفس وضربات القـلب كلها لم تتأثر على الإطلاق .

فلما طلب من الرجال أن يغمضوا عيونهم بدأت المتاعب ، ففقدوا القدرة على التوجيه كلية ، وأصيب رجال الاختبار بالدوار — دوار من الصعب تعريفه. على أن أفضل وسيلة لتصوره هى تمثيله « بفقدان التوجيه المـكانى ». وعندما يصاب الإنسان بهذا النوع من الدوار فإنه لا يحس بأى فرق بين فوق وتحت ولا أى اتجاه آخر . وقد شعر كثير من الرجال كما لو كانوا يطيرون وهم مقلوبون رأساً على عقب ، وأبلغوا عن إحساسهم بالسباحة البطيئة أو الطفو . إلا أن نصف عدد الرجال ذكروا أنهم نعموا بهذا الإحساس ، ووصفوا شعورهم بالطرب والسرور ، حتى لقد بلغ بهم الإحساس حد التيه والتفاخر . إلا أن نفراً آخر تحدثوا بـكدر عن إحساسهم « بالهبوط والتقلب والدوران أو إحساسهم بالتعلق فى الهواء فى وضع معكوس » . أما ثلث المتطوعين على الأقل فقد « شكوا من الإحساس بالقلق والغثيان والإصابة بمرض الحركة » .

وكان من بين الانفعالات المقلقة التنفس السريع ، والإحساس بالوخز ، والدوار ، والدوخان ، والغثيان ، والقىء ، والعرق ، وجفاف الحلق ، وإحساسات

متقلبة سريعة من الحرارة والبرودة .. مجموعة من الانفعالات تبدأ من أحد طرفى القائمة الفسيولوجية والانفعالية لتنتهى عند الطرف الآخر .

وكان الملازم الكولونيل تشارلز ييجر ، الذى يعد فى مقدمة طيارى الاختبار فى العالم ، قد طار على الأقواس المكافئية التى ينعدم عليها الوزن مساهمة منه فى التجارب. فأبلغ بعد إحدى طيراناته أنه شعر كما لو أن جسمه كله كان يدور ، وأنه أحس عندئذ بارتباك شديد اضطر معه أن يخرج من القوس للتخلص من ظروف انعدام الجاذبية . وقال طيار آخر من طيارى الاختبار إنه قد أصيب « بإحساس الهبوط وبالميل إلى مد ذراعه ليخطف شيئاً ما . »

واختلفت انفعالات البعض الآخر . فقد قال أحدهم «شعرت كما لو أنى ريشة تتوسد سحاباً . كان هذا أغرب إحساس تعرضت له فى حياتى . كانت ذراعاى وساقاى تسبح فى يسر ، وقد كان من الممكن فصلها ، إلا أنه كان إحساساً ساراً . أحسست فى غموض بوجود شىء غريب فى منطقة معدتى، ولكن لم أشعر بإحساس الهبوط ، أو الغثيان . كانت تجربة مدهشة ، وكانت سارة ، كحلم انطلاق من جسمى » .

وكان من الممكن أن تكون هذه الكلمات قد خرجت من أى من رواد الفضاء الأمريكيين أو الروس بعد الطيرانات المدارية .

وكان هذا الانفعال بمثابة المفتاح لمستقبل الإنسان فى ظروف انعدام الجاذبية . وكان القرار الذى وصل إليه أطباء مدرسة طب الطيران قبل أن يطير أى إنسان إلى الفضاء : « ليس لانعدام الوزن أى أثر ضار على الإطلاق . إن له آثاراً سيكولوجية على القدرة على الاتساق من السهل التغلب عليها . وقد يكون لها آثار سيكولوجية أعمق على بعض الأشخاص المبتلين بالحساسية ، إلا أن هؤلاء يستبعدون فى عملية التصفية الدقيقة التى تجرى لاختيار الطيارين وتدريبهم » .

ومن السهل التعرف على الرجال الذين أظهروا أكبر اهتمام بحالة انعدام الوزن ، فهم رواد الفضاء لبرنامج ميركورى . وقد حصلوا على كل الفوائد التى عادت علينا من الخبرة الواسعة التى كسبها سلاح الطيران فى بحوث انعدام الجاذبية ، ثم تابعوها بتجارب كثيرة أجروها على أنفسهم تحت إشراف أطباء الناازا (كان عدد كبير من هؤلاء أطباء فى السلاح الجوى ومنتدبين للعمل فى الناازا) .

وطار رواد الفضاء على أقواس مكافئية ، المرة تلو المرة ، فى طائرات مقاتلة ، وطائرات تربيبنية ، وطائرات نقل نفاثة ، لفترات من حالة انعدام الوزن كانت تمتد إلى ستين ثانية بكل قوس مكافئ . فبلغت المدة الإجمالية للبقاء فى حالة انعدام الجاذبية فى متوسطها أربعين دقيقة لكل رجل منهم ، وكانت النتائج مشجعة للغاية . فلم يبق للأطباء ، بعد مواجهة بعض المتاعب الطفيفة أثناء التجارب الأولى لانعدام الوزن ، حجة تبرر قلقهم . وكان قرارهم أن روادنا الفضائيين لن يواجهوا فى المدار من المتاعب ، إذا واجهوا شيئاً على الإطلاق ، إلا القليل من حيث انعدام الجاذبية .

وقد نتهم بالتراخى إذا أغفلنا الإشارة إلى النتائج الرائعة التى حققتها طيرانات الرواد الروس — فقد أوضح جاجارين وتيتوف ، بما لا يقبل الشك ، أنهما طارا تحت ظروف انعدام الجاذبية ، وأنهما لم يتحملا الإحساس بالتخلص من الوزن فحسب : بل نعما به أيضاً ، فيما عدا فترة قصيرة من الدوار مر بها تيتوف (شخصت على أنها سمة فردية للرجل أكثر من أن تكون ممثلة للمجموعة بصفة عامة) .

وقد اتضح أن الهيئة الطبية فى مشروع ميركورى قد أصابت الهدف فى تنبؤاتها إصابة مباشرة . فقد ورد فى التقارير الرسمية عن برنامج ميركورى أن : « رواد الفضاء أبلغوا أن حالة انعدام الوزن كانت سارة بصفة عامة ،

ومع ذلك فقد مرت بهم فترات قصيرة أثناء طيرانهم شعروا أثناءها بأنهم فى حاجة إلى بعض الوقت لتكييف أنفسهم لتجربة انعدام الوزن من ناحية ، والمنظر الجديد الذى يبدو من خلال نافذة الفضاء من ناحية أخرى .

وقد قدم لنا تقرير الناز الرسمى ، الذى كتبه الدكتور تشارلز بيرى الحاصل على درجة الدكتوراه فى الطب ، ورئيس إدارة العمليات الطبية المركزية بمركز سفن الفضاء المحملة بالبشر التابع للناز ، تحليلاً بارعاً لموقف الإنسان تجاه انعدام الوزن . فقال ، بصدد عمليات طيران سفن الفضاء المحملة بالبشر :

«إن الهيئات الطبية المسئولة كانت أمينة فى محاولاتها لتقييم المشاكل التى كان من المتوقع مواجهتها بناء على المعرفة التى أتيحت لهم فى ذلك الوقت (السابق للطيران المدارى) . وقد أثير بهذه المناسبة عدد من المشاكل المحتمل ظهورها ، أجاب عنها البرنامج ، على ما يبدو ، إلى حد ما . وما انعدام الوزن إلا مثل طيب للعقبات الكثيرة التى تواجه الإنسان عند دخوله إلى الفضاء ، عقبات أثيرت كلها قبل تنفيذ هذا البرنامج . ومن الآثار الخطيرة التى أثيرت على أنها من نتائج التعرض لانعدام الوزن ، واعتبرت لهذا السبب من العوامل التى تعرقل الطيران الفضائى الفضائى فقدان الشهية ، والغثيان ، وفقدان القدرة على التوجيه ، والنعاس ، وفقدان النوم ، والإرهاق ، والقلق والشعور بالخفة ، والهلوسة ، وضعف قوة تحمل قوة الجذب ، والاضطراب المعدى الكبدى ، وعدم التبول ، والإبوال ، وعدم الاتساق العضلى ، وضمور العضلات ، وفقد المعدنة فى العظام . إلا أنه لم يبق من هذا كله سوى القليل . ومن المجالات الأخرى ، التى أثيرت فيها آثار غير مستحبة ، التجاوب السيكولوجى للوحدة فى الفضاء . إلا أن رواد الفضاء فى وقتنا الحاضر لم يشكوا من الوحدة بتاتاً ، بل كانت شكواهم على العكس من كثرة الاتصالات بصفة عامة . فلم يبدُ أى دليل على الانقطاع أو على أى نوع من الانفعال السيكولوجى بسبب العزلة . . » .

ولم يتضح من تجارب الطيران المدارى العنيفة التى أجريت على أربعة رجال أى دليل قاطع على فقدان خطير للقدرة على التوجيه أثناء المهمات الفضائية . نعم ، مرت فترات لم يكن الرائد فيها فى الوضع العادى بالنسبة للأرض . إلا أنه كان من الغرابة ألا يشكل هذا أية متاعب على الإطلاق ، إذ أنه كان يتمكن باستمرار من أن يكون فى الوضع الصحيح بالنسبة لسفينة الفضاء — ولم يفقد بتاتاً وعيه البصرى فى هذا المجال . وفى هذا ذكرى الدكتور بيرى : « أن فقدان القدرة على التوجيه بالنسبة للأرض لم يشكل أية صعوبة على الإطلاق ، ولم يظهر أى دليل على مرض الحركة على أى من رواد الفضاء » .

وقد أثبت رواد الفضاء فى برنامج ميركورى أن حالة انعدام الوزن « حالة بدت لهم سارة ومريحة ، للغاية . ويعتقد معظم الملاحين فى الواقع أنها المرة الوحيدة التى شعروا فيها بالراحة وهم فى بدلة الضغط » .

وقد زال القلق من نفوس الأطباء عندما لحظوا عدم ظهور أى خلل فى أجهزة الجسم بسبب طول فترة انعدام الجاذبية . فقد كان فى وسع رواد الفضاء أن يتناولوا تشكيلة من الأطعمة المحضرة على أشكال منوعة — مكعبات وسوائل ولفائف يعاد تحضيرها من أطعمة مجففة لدرجة التجميد . وقد كان من أسباب القلق الخطيرة احتمال امتصاص الجسم للبول فى حالة انعدام الوزن . إلا أنه لم يظهر أى دليل (أثناء طيران جوردون كوبر الذى قطع فيه ٢٢ دورة حول الأرض) على أن الأمعاء تتصرف بهذه الطريقة ، بل إن « التبول كان ، كما بينت عمليات الطيران ، يحدث بطريقة عادية تماماً ، سواء من حيث الزمن أو الكمية . . . » .

وقد كان من سوء حظ سجلاتنا الطبية ألا يكون لدينا سوى رحلة واحدة كان من برنامجها أن ينام رائد الفضاء ، هى رحلة جوردون كوبر . ونقول إنه

من سوء الحظ لأن الروس استطاعوا جمع كميات هائلة من المعرفة عن هذه الناحية من الطيران الفضائى . فهاهم تيتوف ونيكولاييف وبوبوفتش وتيريشكوفا وبايكوفسكى ، لم يناموا فحسب ، ولكنهم فوق ذلك ظلوا فى المدار يوماً بعد يوم يقدمون ثروة من المعلومات للدراسات الطبية . ثم هاهى سفينة الفضاء فوكشود ، التى تسمح لثلاثة من الرجال بالطيران فترات طويلة ، كما تسمح بإجراء التجارب الطبية المتنوعة ، ها هى مثال طيب للبحث الطبى الفضائى على مقياس واسع .

وقد أثارت عملية الطيران الأمريكية التى أجريت فيها التجارب على النوم تنفيذاً للبرنامج المرسوم لها ، « أثارت التساؤل عما إذا كانت فترات النوم القصيرة فى حالة انعدام الوزن أكثر إراحة من نفس الفترات تحت تأثير جاذبية مقدارها ج واحدة . وقد ذكر رائد الفضاء كوبر ، ذو الخبرة فى التعبير عن شعوره ، بأنه يشعر فعلاً أن الإنسان فى حاجة إلى فترات أقصر . وقد غلب النعاس كوبر عندما استرخى فى جزء من عملية الطيران ، مما دعا الدكتور بيرى أن يثير « التساؤل عن أثر الظروف التى تهيىء للرائد فرصة الاسترخاء ، كانعدام الوزن ، فقد حل بكوبر عدد من الغفوات لم تكن ضمن البرنامج » .

وكان جوردون كوبر ، قبل أن يبدأ رحلته ، قد أخذ قسطاً وافراً من الراحة أكسبته اللياقة البدنية التى كان يتمتع بها طول حياته ، كان مسترخياً لدرجة غلبه فيها النعاس فنام لبضع دقائق أثناء العد التنازلى بينما كان فى انتظار إطلاقه من الأرض ، حتى فى خلال الأجزاء الأولى من رحلته المدارية بعد أن أدى واجباته الهندسية والعلمية ، وكان بذلك حراً فى عمل أى شىء آخر ، ولم تكن الأرض بادية من خلال نافذة سفينة الفضاء ، غلبه النعاس فغفا لفترات قصيرة . ويشعر الأطباء أنه من الأهمية بمكان أن هذا لم يحدث على الإطلاق

عندما كان كوبر مشغولاً ، سواء كان فى التجارب ، أوفى مراقبة السفينة ، أوفى التطلع من خلال نافذتها .

فلما راح كوبر فى النوم فى الفترة المقررة فى برنامج الرحلة ، لم ينم نوماً عميقاً على الإطلاق إذا كان المقصود بالنوم العميق نوماً طويلاً بلا انقطاع . وقد جاء فى التقرير الرسمى أنه « نام فى هذه الفترة فى غفوات متتالية لم يزد طول كل منها على ساعة واحدة ، بل تراوحت بين نصف ساعة وساعة كاملة . وأن فترة نومه الإجمالية بلغت حوالى أربع ساعات ونصف ساعة . . وكان يشعر بعد أن يصحو من هذه الغفوات بالتنبه والراحة إلى أن يغلبه النعاس مرة أخرى بعد مضى فترة تتراوح بين ٣٠ و ٤٥ دقيقة . . وقد ذكر كوبر أنه لو أن رجلاً كان معه لمراقبة الأجهزة ، وخاصة أجهزة التحكم البيئى ، لاستطاع أن ينام فترات أطول بكثير ، ولو أنها لم تكن لتزيد عن أربع إلى ست ساعات فى اليوم الواحد » .

ولما كان رائد الفضاء كوبر قد قام بأطول رحلة فضائية أمريكية (٢٢ دورة) ، ولما كانت الأصالة تتغلب على وصفه الخالى من التنميق ، فقد يبدو جديراً بنا أن نقتطف هنا نبذاً مختارة من تقريره الرسمى عن عملية الطيران التى قام بها فيما يتعلق بانعدام الوزن وانفعالاته فى هذه الحالة :

« كنا جميعاً قد مررنا بعمليات إطلاق كاملة على جهاز القوة الطاردة المركزية ، مما شعرت معه بأنى على أتم استعداد للطيران الدفعى . إلا أن هناك فرقاً ما بين الانتقال من مرحلة العجلة الموجبة التى يولدها جهاز القوة الطاردة المركزية إلى ج واحدة ، وبين الانتقال من مرحلة العجلة الموجبة فى حالة الطيران الدفعى إلى مرحلة انعدام الجاذبية فى المدار . فقد شعرت ببعض الغرابة فى الدقائق القلائل الأولى . أما المنظر من خلال النافذة فمذهل للغاية عندما تتأرجح السفينة وتدخل الأرض والصاروخ فى مجال الرؤية لأول مرة . وقد

لمسنا جميعاً رغبةً قوية فى التركيز على المنظر الماثل من خلال النافذة . فقد كان أطلس ١٣٠ «على بعد لا يزيد على ٢٠٠ ياردة منى. كان جميلاً بالتأكيد، واستطعت أن أقرأ الحروف المرسومة على جوانبـــه ، وأن أرى مختلف تفاصيل المدعم . كان لونه فضياً لامعاً ، يتوسطه حزام أبيض غير مصقول . كان البخار لا يزال يخرج من مؤخرته . كان قد انحرف محوره حوالى ١٥ إلى ٢٠ درجة إلى شماليه ، وظل فى مجال الرؤية حوالى ثمانى دقائق ، وكان طرفه الأمامى يدور ببطء فى عكس اتجاه عقرب الساعة .

«وبالرغم من هذه المناظر الخلابة فقد بدأت ساعات التدريب الطويلة وأخذ كل منا يؤدى واجبه تبعاً لما رسم له . فلم تمض سوى بضع دقائق حتى تمت أقلمتى للبيئة الجديدة وشعرت براحة تامة . فانعدام الوزن شىء مريح للغاية ، إذ أن الطيار ، إذا ماجرب انعدام الوزن فى الطيران الفضائى مرة ، كان من السهل أن يكيف نفسه له على الفور إذا تعرض له مرة ثانية ، حتى إننا كنا جميعاً نميل إلى نسيان وجودنا فى جو انعدام الوزن .

« على أنى أتفق مع سكوت كاربنتر فى أن القمرة كانت تبدو فى وضع مختلف بعض الاختلاف بالنسبة إلىَّ عند دخولى فى المدار . ففى وسعك أن تترجح إلى الأمام فى مقعدك مهما كان إحكام ربط الأحزمة حولك . كما أن صندوق احتياطى الأدوات الواقع إلى يمينك يبدو فى زاوية مختلفة بالنسبة إليك عما كان عليه عندما كنت على قاعدة الإطلاق . كنت أشعر فعلاً أنى فى جلسة مستقيمة ولـكنى كنت أشعر فى معظم الوقت أنى أطفو قليلاً ، وشعرت مرتين أنى كنت معلقاً فى وضع مقلوب رأساً على عقب بسبب شعورى بالطفو نحو أحزمة الـكتفين . ولما كانت السفينة ذاتها عديمة الوزن ، فقد بقيت للعدات حيثما كنت أتركها فى كل مرة . إلا أنى ، كلما سقط شىء

من يدى ، كنت أميل إلى الإمساك به فى مكان تحته توقعاً منى أنها ستسقط إلى ذلك المكان .

« وإنك لترغب فى بادئ الأمر أن تكون مكلفاً بعمل خفيف حتى يكون فى وسعك أن تجمع حواسك ، وتؤقلم نفسك لهذا الموقف الجديد ، وتنظم أنشطة الطيران . وكنت أشعر أنى غير مسيطر على الموقف بالكمال الذى كنت أوده بعد دخولى المدار مباشرة . كما أنى لم أشعر شعوراً كاملاً أنى فى بيتى بالرغم من أنى كنت أفكر فى الأعمال التى كان على أن أؤديها وفى طريقة تأديتها . كنت أشعر أنى فى بيئة غريبة على ، وأنى لم أكن فى أحسن حال ، نصف مدة الدورة على الأقل . وما إن أنهت الدورة الأولى حتى وجدت نفسى متأقلماً تماماً للوسط الجديد .

«وقد كان من الدلائل التى أوضحت أقلمتى هذه أنى لم أواجه صعوبة ما فى قدرتى على النوم . فأنت تشعر بالراحة التامة والهدوء والطفو عندما تتوقف قوة الدفع تماماً وتدخل مرحلة السباحة الانسيابية فى الفضاء . بل يكون من الصعب عليك فى هذه الحالة أن تقاوم النوم ، فقد كنت أغفو غفوات كثيرة متقطعة ، وكان النوم يبدو عميقاً جداً . وقد استيقظت مرة من غفوة استغرقت مايقرب من ساعة دون أن تكون لدى فكرة عن أين كنت ، الأمر الذى استغرق ثوانى عديدة قبل أن أكون فى نفس فكرة صادقة عن المكان الذى كنت فيه وعما كنت أفعل . وقد تكرر هذا الإحساس مرة أخرى عندما قمت من غفوة طويلة نوعاً ما . فأنت تنام ، وأنت مسترخ تماماً ، نوعاً عميقاً ، عميقاً جداً ، إلى حد أنك تجد صعوبة فى جمع شمل نفسك مدة ثانية أو ثانيتين قبل أن تفوق من النوم . إلا أنى لحظت أنه كان فى وسعى باستمرار أن أستيقظ قبل أن يحل موعد ما على أن أؤديه . ولم أواجه أى نوع مما يسمى ظاهرة الانقطاع . إلا أن الطيران الفضائى مازال غريباً على

الـكائن البشرى بالرغم من أنه عمل ممتع للغاية ومجلبة للبهجة ، وستشعر دائماً بالرغبة فى العودة إلى الأرض فى الوقت المحدد ».

إلا أن فى المهمة المدارية التى تحدث عنها كوبر بشعور صادق وبفصاحة بالغة ، فى هذا الشيء الذى يجلب البهجة ، كانت تـكمن أخطار فسيولوجية لم نتنبه لها .

على أنه ثبت أن التنبؤات المعرقلة التى أعلنها علماء الطب، نالم تـكن على أساس فى معظمها ، وليس فى جملتها . . .

الفصل السابع

الحد الزمنى

بعد أن وقف الطيار على ظهر السفينة مايقرب من دقيقة ، بدأ يبدو شاحباً ، وظهرت بعض قطرات العرق تظهر على جبهته بالرغم من أن وجهه كان مبللا فعلا .
تمايل قليلا وأبلغ عن أعراض فقدان الوعى الوشيك بما فى ذلك من هذيان ، وضعف البصر ووهن فى قدميه وساقيه .

من التقرير الطبى الرسمى عن رحلة رائد الفضاء جوردون كوبر ضمن برنامج ميركورى ، وصف لرائد الفضاء عندما وقف على ظهر سفينة الانتشال .

سرعان ما تبددت المخاوف من الأخطار الفسيولوجية لتعرض الإنسان لحالة انعدام الوزن بعد النتائج التى حصلنا عليها من الطيرانات الفضائية الأولى فى سفن محملة بالبشر . فالتوازن والاتساق والتوجيه وتأدية الجسم لوظائفه والتحكم العضلى ، كل هذا وأكثر منه بقى داخل حدود الأداء العادى لجسم الإنسان . فقد أزالت انفعالات رجال الفضاء الأوائل القلق العميق على حالتهم الصحية ، بل وعلى حياتهم فى الواقع .

إلا أننا لم نفرغ بعد من مشكلة التكييف لحالة انعدام الوزن الطويلة المدى . فلم يتزايد القلق عما كان من قبل على سلامة الرجال الذين يطيرون فى الفضاء مدداً طويلة فحسب ، بل إن هذا القلق قد تشعب فى عدد من المجالات علينا أن نهتم بها . نعم إن كثيرا من التخمين عن وجود مشاكل خطيرة أو عدم وجودها نتيجة التعرض لانعدام الجاذبية قد اختفى . ولكن شبحاً من أخطر الأشباح قد ظهر للرجال الذين يطيرون فى الفضاء .

والمشكلة حتماً مشكلة وقت . ففى الطيرانات قصيرة المدى ، التى تستغرق

من عدة أيام إلى أسبوع ، وقد تمتد إلى أسبوعين ، يستطيع الإنسان أن يبقى فى الفضاء دون قلق خطير على سلامته . ومن الجائز أن يكون بعد عودته إلى الأرض فى حاجة إلى رعاية طبية وتكييف جديد للجاذبية الأرضية والضغوط الجوية ، إلا أنه لا شك فى أنه سيعود بسرعة إلى حالته الطبيعية .

أما إذا تعدى الطيران هذا الوقت المحدد — ويرجح الروس أن تكون النهاية العظمى أسبوعين — تحت الظروف المعتادة ، فقد لا يستطيع الإنسان أن يعود إلى الأرض دون أن يجازف بصحته ، وربما بحياته . وقد ذهب الروس إلى أبعد من هذا فقالوا إن الانفعالات الخطيرة ، فى القلب والأوعية الدموية (تغيير التكييف فى الدورة الدموية) علاوة على ما يحدث من انفعالات فى الجهاز العصبى المركزى وفى الأيض ، قد تؤدى بالرجل الذى يبقى فى حالة انعدام الوزن ، لمدة تزيد على أربعة عشر يوماً دون تعرضه لجاذبية مصطنعة ، إلى استحالة العودة إلى الأرض والبقاء حياً بعد عودته . وبذا أصبح من المحتم اصطناع قوة جاذبية ، على أساس قوة طاردة مركزية ، حتى تتاح الطيرانات الطويلة تحت ظروف انعدام الجاذبية ضماناً لسلامة حياة رواد الفضاء .

وتتضح دلائل الأخطار التى تنجم عن امتداد البقاء تحت ظروف انعدام الجاذبية فى هذه النبذة المأخوذة من التقرير الطبى عن برنامج ميركورى .

« لوحظ فى كل من الرحلتين الأخيرتين (شيرا وكوبر) نقص فى ضغط الدم نشأ بعد إتمام الرحلة عن الاعتدال الساكن ، أو تغييرات فى ضغط الدم ونبض القلب صحبت تغيرات فى وضع الجسم . وقد دُرِستْ هذه الظاهرة باستخدام المنضدة المائلة فى أثناء الرحلة الأخيرة ، فأثبتت نتائجها ما كان مجرد شك فى الرحلة الأولى ، إذ ظهرت أعراض الإغماء بعد الخروج من سفينة الفضاء ، والتغيرات فى ضغط الدم ونبض القلب التى استمرت ما بين سبع ساعات وتسع عشرة ساعة بعد النزول على الأرض . وظلت هذه التغيرات قائمة فى كل من

الرحلتين إلى أن نام رائد الفضاء ليلته التى بلغت ما يقرب من سبع ساعات ، واختفت عندما حل موعد أول فحص بعد استيقاظ رائد الفضاء . وهذا يعنى أن التغيرات التى تنشأ عن الاعتدال الساكن لم تبق بعد الرحلة الطويلة فى ميركورى مدة أطول مما بقيت بعد الرحلة القصيرة ، وأن ضغط الدم ونبض القلب عادا فى الحالتين إلى حالتهما الطبيعية عندما كان رائد الفضاء مستريحاً فى فراشه . وتؤدى هذه النتائج إلى القلق عن التعرض طويل المدى دون اتخاذ خطوات موقوته لتقييم هذه الحالة من جديد » .

وقد أصيب شيرا ، بالاختصار ، بتجمع لم يكن متوقعاً للدم فى ساقيه . ما كوبر فكاد أن يغمى عليه عند مغادرته لسفينته بعد أن سحبت إلى ظهر حاملة الطائرات التى قامت بانتشاله . كما أن كليهما أصيبا — دون توقع أيضاً — بارتفاع فى نبض القلب وانخفاض فى ضغط الدم .

لم تدم انفعالات كوبر بعد رحلته التى قطع فيها ٢٢ دورة ، فى بعض النواحى ، أطول مما بقيت انفعالات شيرا بعد رحلته التى قطع فيها ٦ دورات . إلا أن الأعراض العامة كانت ، على نحو ما جاء فى التقرير الرسمى ، أشد أثراً فى حالة الرحلة الطويلة — ٣٤ ساعة — منها فى الرحلة القصيرة — ٩ ساعات .

وقد كان تقرير الروس فيما يتعلق بردود الفعل الفسيولوجية لروادهم (بما فى ذلك فالنتينا تيريشكوفا) بالغ الأهمية بالنسبة للولايات المتحدة . ويرى الأطباء الأمريكيون أهمية كبرى فى أن الرائدين الروسيين نيكولاييف وبوبوفيتش ، اللذين ظلا فى المدار عدة أيام ، تعرضا لمشاكل فى القلب وضغط الدم دامت ما بين أسبوع وعشرة أيام . ويبدو أن هناك دليلاً لا جدال فيه أنه كلما طالت مدة البقاء فى المدار ، اشتدت حدة الآثار الضارة ، وطالت أيضاً مدة بقائها بعد عودة رائد الفضاء إلى الأرض .

وقد تهيأت الفرصة للدكتور برنارد واجنر ، الخبير فى الدورة الدموية فى

كلية الطب بنيويورك فى زيارة للأطباء والعلماء الروس فى صيف ١٩٦٤ ، لمناقشة مشكلة رواد الفضاء الروس مع الأستاذ فاسيلى بارين ، رئيس الطب الفضائى لبرنامج رواد الفضاء الروس ، ومدير معهد الفسيولوجيا والباثولوجيا فى الأكاديمية الروسية للعلوم الطبية . ويعتبر الدكتور بارين على رأس قائمة العلماء فى شئون طب الفضاء .

وقد أوضح الدكتور بارين فى أحاديثه مع الدكتور واجنر القلق الشديد الذى يساور أطباء الفضاء الروس من أن البقاء تحت ظروف انعدام الوزن مدة أربعة عشر يوماً ، قد يكون فى الوقت الحاضر الحد المطلق لسلامة رواد الفضاء إلا إذا وجدت وسيلة لتكييف أجهزة الجسم استعداداً لقوى عجلة التباطؤ العنيفة عند العودة إلى جو الأرض ، ثم للتعرض الطويل لعجلة الجاذبية العادية على سطح الأرض .

كما كشف الدكتور بارين عن أن الروس يؤكدون الأهمية العظمى لإجراء تجارب فضائية كبيرة على الحيوانات . وكانت أغلب تجاربهم حتى اليوم تقتصر على الكلاب (التى بقى عدد كبير منها فى المدار عدة أيام) . ويفكر الروس فى الوقت الحاضر فى استخدام الحيوانات الراقية لرحلات الفضاء الطويلة — كما هو الحال فى الولايات المتحدة .

وقد ذكر الأكاديمى السوفيتى بلاجونرافوف أن الاتحاد السوفيتى قد أتم مرحلته الأولى من غزو الفضاء بسفن محملة بالبشر تدور حول الأرض ، وذلك بالرحلتين المداريتين اللتين قامت بهما السفينتان فوستوك ٥ ، وفوستوك ٦ ، وكان المفروض أن تعتبر العمليات التى تلى رحلات الفوستوكات الست الأولى تقدماً خطيراً . وبذا يكون البرنامج الروسى سائراً فى طريقه بخطوات تماثل خطوات البرنامج الأمريكى — فى القصد على الأقل لأن مجهود الروس كان أوسع مجالاً وأداء — الذى انتهت مرحلته الأولى بانتهاء الطيرانات

للدارية الأربع التى شملها برنامج ميركورى ، ويتقدم الآن بسرعة نحو تنفيذ رحلات سفن الفضاء جيمينى وأبوللو .

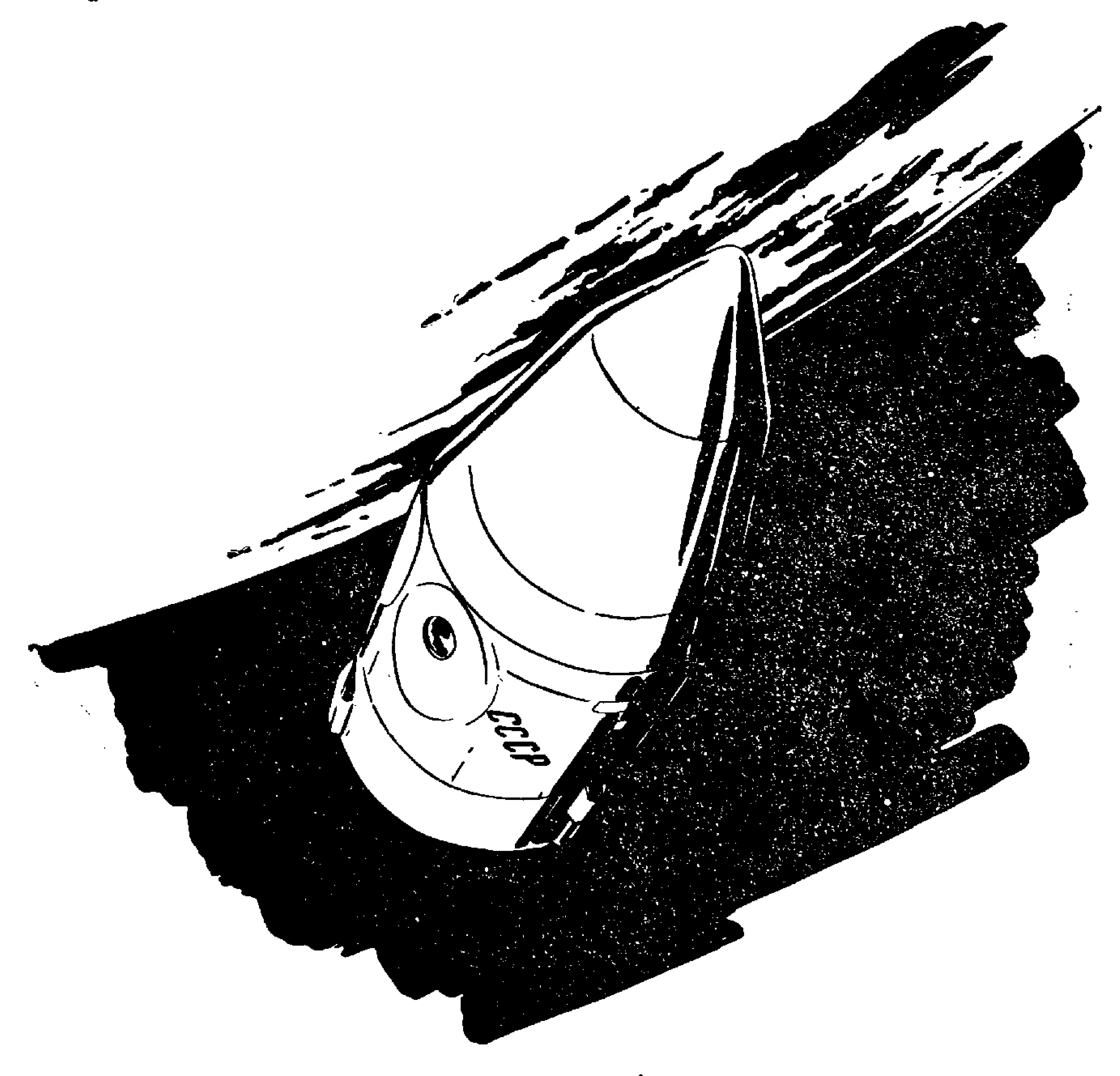
وقدم الدكتور بارين دليلاً آخر على التشابه بين البرنامجين عندما ذكر فى أوائل صيف ١٩٦٤ ، للعلماء الأمريكيين فى اجتماعهم مع العلماء الروس ، أنه « لم يعد هناك شك فى نجاح طريقة اختيار وتدريب رواد الفضاء بعد أن أنجزت الدولتان عشر طيرانات متتالية » .

وقد أشار الروس فى تقريرهم الطبى (الذى اطلع عليه علماء الفسيولوجيا الأمريكيون بمنتهى الاهتمام) إلى أن رواد الفضاء الروس ، الذين قاموا برحلات طويلة ، أصيبوا باختلال فى الجهاز العصبى المركزى ، وفى معدل الأيض وجهاز الدورة الدموية — وهم كل رواد الفضاء الذين تلوا رحلة جاجارين ذات الدورة الواحدة فى أوائل عام ١٩٦١ . وأكد الروس فوق كل هذا أن هناك من الدلائل مايكفى لإيضاح أن المتاعب التى واجهها رواد الفضاء بعد إتمام رحلاتهم كانت تتناسب مع الوقت الذى قضوه فى المدار ومن هنا كان قرارهم عن الحد الزمنى وتحديده بأربعة عشر يوماً .

كما كشف السوفييت عن أن رواد الفضاء الروس قد أصيبوا بنقص خطير فى دقة الحركات الصغيرة للأيدى والأصابع أثناء المراحل الأولى لعمليات الطيران . على أن هـذه المتاعب تبددت بسرعة مع الأقلمة للإحساس بالطيران (على نحو ما أوضح كوبر فى تقريره عن رحلته) . وقد ذكروا أن أهم عامل فى إحداث الانفعالات السيكولوجية لرجال الفضاء السوفييت هو الإجهاد الانفعالى الذى يصحب النجاح فى دخول المدار ، والنجاح فى العودة إلى سطح الأرض. ومما يؤيد هذا الاعتقاد أن التغيرات التى طرأت على نبض القلب والتنفس وماشابه ذلك من وظائف قد بلغت أقصى حدودها عند جميع رواد الفضاء الروس فى

بداية عملية الطيران وفى نهايتها . وفى هذه الحالة أيضاً كانت النتائج مطابقة لما وجده الإخصائيون الطبيون فى برنامج ميركورى .

كما كان هناك شبه اتفاق تام بين الأطباء الأمريكيين والروس الذين قاموا بإجراء مقارنة بين النتائج التى حصلوا عليها، وعلى أن جميع التطورات التى تظهر بعد عمليات الطيران (والمتاعب التى تواجه رواد الفضاء فى المدار) كانت متاعب عارضة بطبيعتها — وعلى أنه إذا ما اختفت لم تعد تؤثر مرة أخرى على رواد الفضاء فى حياتهم العادية . إلا أنهم اتفقوا أيضاً على أن الأعراض التى اكتشفت كانت نذير سوء للطيرانات المستقبلة ، وخاصة ، كما يخاف



شكل (٢٢)
فوستوك فى المدار

الروس ، أن شدة هذه الأعراض تتناسب مع الزمن الذى يقضيه رائد الفضاء فى حالة انعدام الوزن .

حتى نفس الاضطرابات ، التى قاسى منها كوبر بعد خروجه من سفينته الفضائية ، أصابت رواد الفضاء الروس — ولو أنها بقيت معهم مدة بلغت عشرة أيام بدلاً من أن تختفى تماماً فى اليوم التالى للعودة إلى الأرض كما حدث لـكوبر .

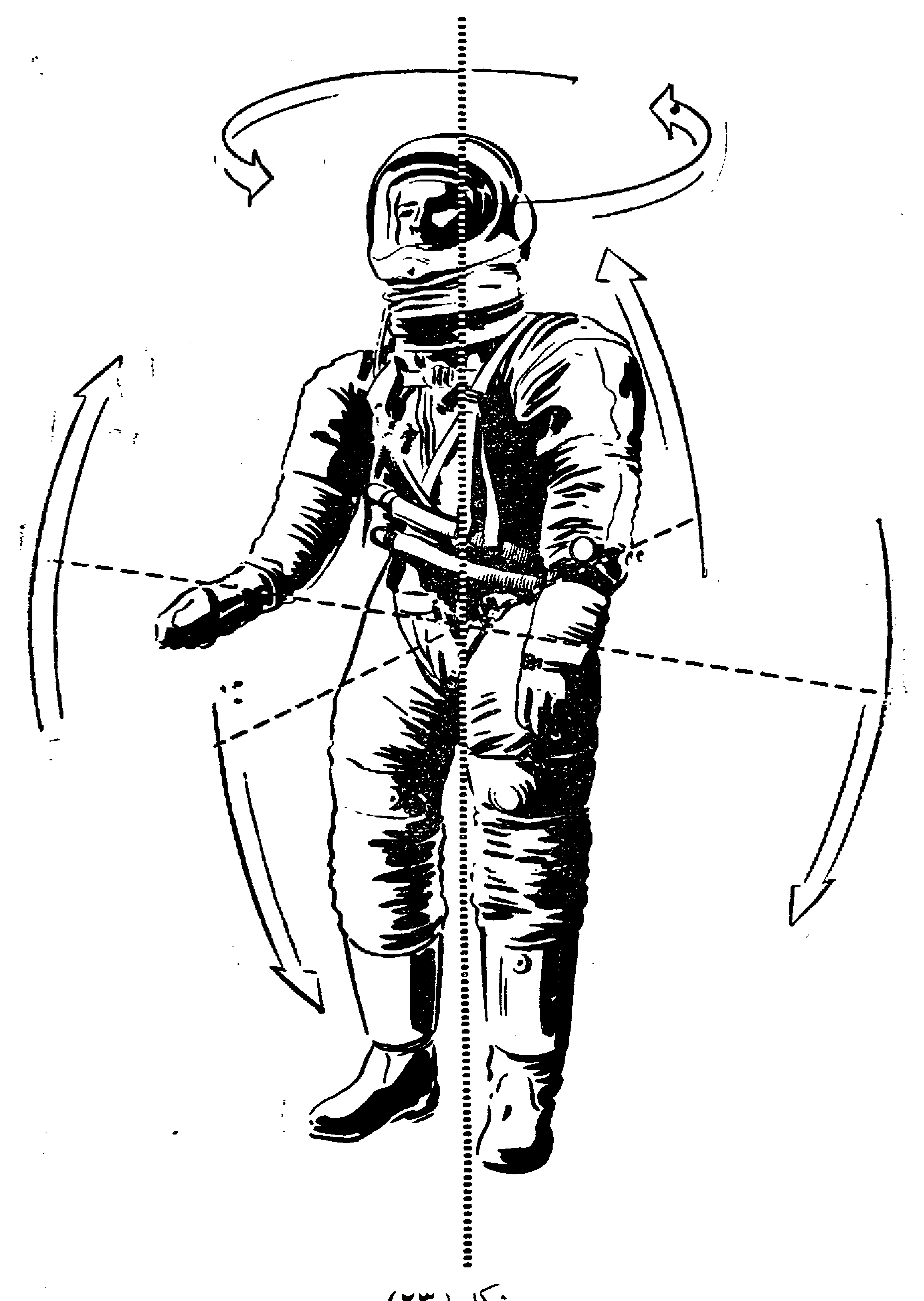
وبذا لا يجد الروس بداً من أن يقرروا أن هـذا الأثر الذى يحدثه انعدام الوزن طويل المدى يصل فى النهاية إلى نقطة اللاعودة. فاذا استمر فقدان الأقلمة على جهاز الدورة الدموية يتزايد شدة مع الزمن فقد يؤدى إلى عطب ببالغ حداً تفقد أجهزة الجسم عنده قدرتها على أداء وظائفها أداءً سليماً بعد العودة إلى الضغط المنتظم الذى تولده الجاذبية عند سطح الأرض . وتشير الدلائل فى وقتنا الحاضر إلى أن الحد الفاصل هو أربعة عشر يوماً . ويعتقد الأطباء الروس فى أن الجسم ، إذا تعدى هذا الحد ، تعرض ، وفقاً لـكل البيانات المتاحة : لخطر الانهيار بسبب التعرض الطويل لقوة الجاذبية .

ومن الألغاز التى حيرت الروس ، ولم يجدوا لها تفسيراً حتى الآن ، أن تيريشكوفا وبايـكوفـسكى أصيبا كلاهما بزيادة محدودة فى معدل الأيض لبعض الوقت بعد عودتهما إلى الأرض . فقد تبين أن استهلاكهما للأكسجين أثناء التنفس العادى قد زاد بنحو ٣٠ فى المائة . وظل هذا قائماً مدة ثمانى إلى عشر ساعات . ومازال الروس فى حيرة من تفسير هذه الظاهرة .

وكان قد أثير سؤال آخر ، قيل فى وقت من الأوقات إنه ربما كان مشكلة خطيرة لرجال الفضاء . إلا أن الروس والأمريكيين وصلوا فيه إلى قرار . فقد كان جيرمان تيتوف ، ثانى رواد الفضاء الروس الذين انطلقوا إلى

الفضاء ، قد أصيب بفقدان مؤقت ، ولو أنه فقدان واضح ، للتوازن أثناء رحلته فقد. كشف الأطباء الروس أن تيتوف كان يلاقى متاعب فى أداء الجهاز الدهليزى (جهاز التوازن فى الأذن الداخلية) أثناء طيرانه . وقد أمكن التغلب على هذا الأثر تماماً قبل أن يعود تيتوف إلى الأرض . إلا أن تجربة تيتوف ، وكان الطيران الفضائى مازال فى بدايته ، أشعلت شرارة بحوث عميقة فى أمر توازن رائد الفضاء تحت ظروف انعدام الجاذبية . إلا أن فقد القدرة على التوجيه ، أو الدوار ، لم يصب أحداً من رواد الفضا. الأمريكيين أثناء رحلته المدارية ، كما أن تيتوف كان رائد الفضاء الروسى الوحيد الذى أصابه عدم التوازن . على أنه يبدو أن تجربته هذه كانت تجربة فردية أصابته وحده . وقد كشف الدكتور بارين أن رواد الفضاء الروس قد منحوا بعض المخدرات منعاً للإصابة بمرض الحركة ، كما منحوا بعض المنبهات الحيوية والحبوب المنومة ، ولكن لم تستعمل هذه الأدوية بتاتاً . وكان كوبر قد طلب منه أن يستخدم منبهاً معتدلاً قبل البدء فى إشعال صواريخه الإبطائية وإجراء مناورات الدخول إلى جو الأرض ضماناً لتنبهه التام أثناء المناورات الدقيقة المطلوبة .

ويبدو من الدراسات الواسعة التى أجريت على مشاكل التوازن ، أن الدوار وفقدان التوازن ، باستثناء الأفراد الذين لديهم استعداد للإصابة بالدوار وأفلتوا من كشفهم أثناء التدريب ، لن يكونا مشكلة فى الطيرانات المستقبلة لرواد الفضاء . فقد أجرى كل من الاتحاد السوفيتى والولايات المتحدة دراسات واسعة إلى حد غير عادى فى هذا الأمر . واستخدمت الدولتان مقلدات للتدريب ، تلف وتدير وتقلب روادها ـ ثم تؤدى كل هذه المناورات فى حركة واحدة مدمرة . وقد اتضح أن هذا التدريب أصعب من أى شىء



شكل (٢٣)
مشاكل الحركة الحرة تحت تأثير انعدام الوزن

واجهه الرواد فى المدار ، أو كان متوقفاً فى الفضاء ، مما دعا إلى فك كثير من هذه التجمعات .

وقد ذكر بوبوفتش ، الرابع بين رواد الفضاء الروس الذين أرسلوا إلى المدار ، أن من الأخطاء التى وقعت فى برنامج رواد الفضاء الروس الأول (على نحو ماعرفها الأطباء المسئولون عن البرنامج) نقص التحكم فى التوازن — فى الوقت الذى كان الأطباء يطالبون فيه بتحكم كامل لايرتضون بشىء دونه . وقد وصف بوبوفتش ما أسماه « كرسى الشيطان » فقال : « إنه مقعد مرتفع مُتَأرْجِح يرتكز على مفصل كبير ، إذا ما جلس فيه رائد الفضاء بدت له جدران الغرفة المدهونة على شكل شرائط حمراء وبيضاء — كأنها تهتز أمام عينيه » ويقول : « إن رائد الفضاء يبدو فيه كما لو كان سجيناً فى أسطوانة »

وبإشارة بسيطة يقوم أحد الفنيين بإدارة الكرسى بسرعة لايدرى عنها رائد الفضاء شيئاً ، فتبدو كما لو كانت تدور أمام عينيه. ومع ذلك فلابد له من أن يقوم بمجموعة من الأعمال التى تتطلب اتساقاً عضلياً وحذقاً يدوياً . وفجأة يتوقف الكرسى ، وعلى رائد الفضاء أن يهبط منه فوراً ويمشى فى طريق مرسوم. وتتكرر هذه العملية يومياً لمدة أسابيع ، يفترض بعدها أن يصبح فى وسع رائد الفضاء ألا يكترث بالحركات الدورانية ويقوم بما يكلف به من أعمال بمهارة فائقة .

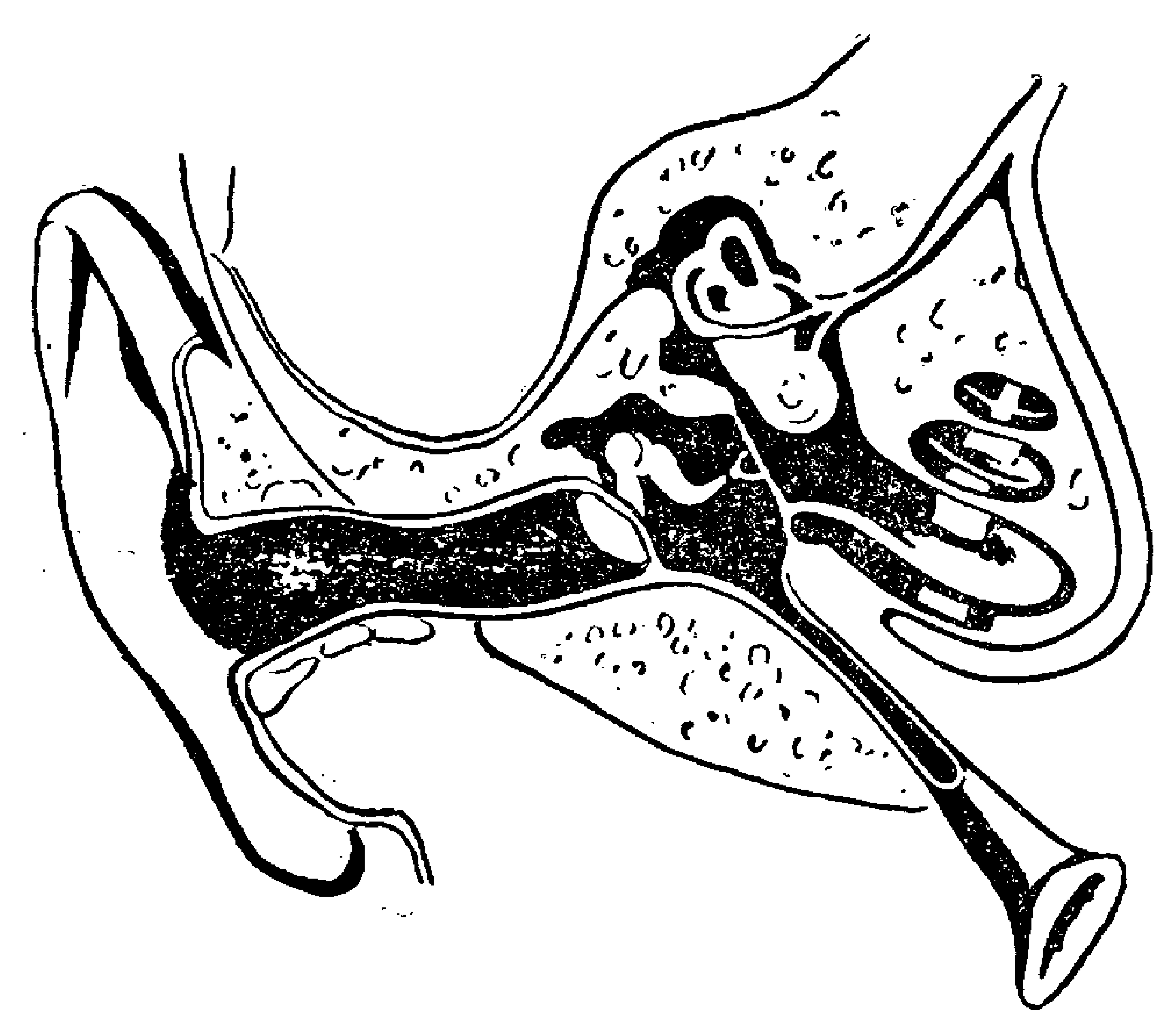
وقد كلف كل من نيكولاييف وبوبوفيتش أن يقوم أثناء طيرانه بسلسلة من التجارب يقصد بها اختبار رد فعل الجهاز الدهليزى وهو فى المدار . وقد كان من هذه التجارب الطفو الحر داخل القمر ، واللف بسرعة دورانية كبيرة ، وتأدية أعمال تقتضى استخداماً منسقاً للذراعين والساقين.

على أنه لابد من القيام باختبارات أوسع نطاقاً أثناء الطيران طويل المدى

تحت ظروف انعدام الوزن ، قبل أن يتمكن الأطباء الروس أو الأمريكيون من التصريح بأنه لن يكون هناك مزيد من مشاكل التوازن .

فهناك من الدلائل ما يكفى مثلاً لتقرير أن الطيرانات التى تمتد إلى أسبوع واحد لا تؤثر على جهاز التوازن لدى رائد الفضاء الطيار الذى كان له نصيب كبير من التدريب . ولكن ماذا يحدث لو امتدت الرحلة إلى عدة أسابيع ، ثم إلى عدة شهور ، تحت ظروف انعدام الوزن ؟

لا أحد يدرى . إلا أن هناك قلقاً من أن طول الرحلة قد يؤدى إلى تمزيق جهاز الاتزان لدى رائد الفضاء . ويعتقد الأطباء أن انعدام الإحساس لمدة طويلة فى الأذن الداخلية (الجهاز الدهليزى) ، وفى عضلات احتمال الوزن بجسم الإنسان قد تسبب لرائد الفضاء آثاراً تمتد إلى مادون « نقطة اللاعودة »



شكل (٢٤)
جهاز التوازن عند الإنسان — الأذن الداخلية .

فلن يؤثر هذا فى توازنه فحسب ، ولكنه قد يؤثر كذلك ، وبطريقة مباشرة ، فى قدرته على التفكير السريع والتعليل الواضح .

ولما كانت الأذن الداخلية جهازاً للتوازن يؤدى وظيفته طول حياة الإنسان ، فقد صممت لترسل للمخ تياراً دائماً من الإشارات . وهى جهاز حسى يكشف عن الحوافز ، ويتجاوب مع القوى اللازمة ، ويبرق للمخ بمعلومات تمكن الجسم ، غريزياً وشعورياً ، من أداء أفعال تضمن التوازن ، أو إجراء مناورات معينة أخرى .

وهناك دليل يتزايد قوة على أن حرمان المخ من وصول هذه البيانات إليه مدة طويلة يسبب للفرد بعض المتاعب ، إذ تنخفض قدرة رائد الفضاء ، بدرجة كبيرة ، على التركيز وعلى أداء الأعمال الدقيقة . كما أن عدم وصول الاشارات الحسية إلى الجهاز الدهليزى يتضاعف بفقدان الحوافز الجسمانية الأخرى ومنها النشاط العضلى الواسع . على أنه لامفر فى حالة الطيران الطويل المدى إلى العوالم الأخرى ، لامفر من أن يأتى وقت يحس فيه رائد الفضاء بانفصاله عن الأرض ، وينتابه تواتر التكرار والحبس . بل إن بعض علماء النفس يتنبأون بإحساسه المتزايد بضخامة الفضاء المفزعة ، وبالإدراك أن خطأ بسيطاً ، مهما صغر ، قد يؤدى إلى كارثة مروعة . وتعتبر كل هذه العوامل ، وغيرها مما لا ندركه فى الوقت الحاضر ، أموراً على أقصى درجة من الإلحاح ، وتتطلب كل مجهود ممكن للوصول إلى حلول لها .

وهناك خطر آخر يعتقد بعض الأطباء أنه يزيد حتى على ضغط الدم المنخفض ونبض القلب المرتفع ، خطر يصاحب الرحلات الطويلة فى الفضاء : ينشأ عن تعرض الإنسان لظروف انعدام الوزن مدة طويلة ، مما يؤدى إلى إضعاف البناء العظمى للجسم بسبب خمول العضلات . فإن رائد الفضاء لا يبذل من الطاقة فى ظروف انعدام الوزن إلا القدر اليسير . وهناك دليل واضح على أن هذا لا يؤدى إلى ضمور العضلات بسبب عدم استخدامها فحسب ، بل يؤدى كذلك ولاشك إلى لين العظام فترة من الزمن . وليس هذا ظاهرة جديدة علينا طبعاً ، إذ أنه قد عرف منذ سنوات طويلة أن عظام المرضى الذين

تقتضى منهم أمراضهم ملازمة الفراش مدة طويلة تفقد نسبة من الكالسيوم . ولما كان انعدام الوزن لا يتطلب من رواد الفضاء إلا مجهوداً طفيفاً ، فإن هناك خطراً كبيراً فى إصابتهم بلين البناء الهيكلى بسبب فقدان الكالسيوم ، إلى أن يصلوا إلى حد لا يستطيع رائد الفضاء عنده أن يعود سالماً إلى الجاذبية القوية عند سطح الأرض .

وبذا نواجه موقفاً على أكبر درجة من التناقض . فقد اتضح أن المشاكل السيكولوجية والفسيولوجية التى أقلقتنا كثيراً قبل الطيرانات المدارية الأولى ، لا أساس لها فى الطيرانات المحدودة المدى . وهاهم رواد الفضاء ، سواء الأمريكيين أو الروس ، قد عاشوا بعد الطيران تحت ظروف انعدام الوزن ، بل إنهم نعموا به بسبب ما صحبه من ظروف الاسترخاء والراحة والنوم .

ومع ذلك نرى أن هذه الخصائص ذاتها هى التى تشكل أخطر تهديد لرواد الفضاء الذين نأمل أن يتمكنوا من القيام برحلات من كوكبنا إلى القمر وإلى العوالم الأخرى، والذين سيبقون فى الفضاء مدة أسابيع وشهور على ظهر محطات ضخمة تدور حول الأرض .

تحذير

أصدرت مدرسة طب الطيران ، بمركز الطب الفضائى الجوى التابع لسلاح الطيران ، خلال صيف عام ١٩٦٠ ، وثيقة هامة — برزت أهميتها فى وصف بعض التجارب الطبية الثورية ، وتنبؤها الدقيق بمشاكل رواد الفضاء المستقبلة فيما يتعلق بضعف قوة الإنسان تحت ظروف معينة . وها هى مقدمة هذه الوثيقة التى نشرت بعنوان « الآثار الفسيولوجية لضعف القوة الناتجة عن الغمر فى الماء » :

« استخدم الغمر فى الماء لإنتاج موقف تجريبى يختلف فيه الإحساس بالوزن العادى ، ولا تتطلب الحركة البطيئة فيــه مجهوداً يذكر . وقد درست آثار ضعف القوة الناتج من هذا الغمر على قدرة تحمل الاعتدال الساكن ، وقدرة أقلمة القلب وأجهزة التنفس للإجهادات الجسمانية ، وعلى بعض العـــوامل البيولوجية والفسيولوجية السيكولوجية ، درست على إنسان واحـد أجريت عليه التجارب لمدة يومين وسبعة أيام على الترتيب . فاتضح أن موقف ضعف القوة فى كلتا التجربتين قد أدى إلى تلف بارز فى تأدية الوظائف .

«فقد اضطربت انفعالات جهاز الدورة الدموية اضطراباً شديداً، وانخفض الشد العضلى . كما بينت الدراسة الواسعة الـكيماوية الحيوية التى أجريت على الدم والبول انحرافاً ملحوظاً عن المعدل . كما أن الفعالية المعقالية[1] ، وقد اختبرت على أعمال أجهزة معقدة ، أصيبت بتلف كبير . وقلت الحاجة إلى النوم بدرجة ملحوظه أثناء فترة الغمر فى الما .

« هذه بحوث حيوية لبرنامج الإنسان فى الفضاء . فمن المتوقع أن ينشأ عن انعدام الوزن ، أو ما يقرب من انعدام الوزن فى الطيران الفضائى ، ضعف فى قوة الجسم يشبه الضعف الذى ينشأ عن الغمر فى الماء . وقد تتدخل ظاهرة فقدان القدرة على العمل فى قدرة رائد الفضاء على التأقلم الـكافى عند عودته إلى قوى الجاذبية » .

فإذا كانت هناك من التجارب مايحدد المتاعب المستقبلة تحديداً دقيقاً ، فإن هذه التجربة التى كان المتطوع فيها الـكابتن دوين جريفلاين بالوحدة الطبية بالسلاح الجوى — جديرة بأن توضع على رأس قائمة هذه التجارب .

---

(١) المعقال : آلة متخيلة لقياس قوة العقل والذكاء (المترجم)

وقد قطعت التجارب شوطاً بعيداً ، ابتداء من الراحة الطويلة فى الفراش إلى الغمر مدة أسبوع فى ماء فى درجة حرارة الجسم . وقد بينت الاختبارات التى أجريت على المتطوعين الذين بقوا فى الفراش مدة شهر أو أكثر تحت ظروف اختبارية قاسية ، والتجارب الإضافية التى أجريت على مناضد مائلة بينت كلها حدوث نقص كبير فى قدرة الإنسان على الانفعال ، وفى نبض القلب وضغط الدم، وتغيرات مفاجئة فى وضع الجسم وحاجته إلى الكد وبذل الجهد ، وقد أكد الأطباء أن الشخص الذى يتعرض لهذه الاختبارات يرتفع نبضه عند الراحة عنه أثناء العمل .

وقد أوضح الفحص الدقيق لمن أجريت عليهم الاختبارات « زيادات ملحوظة فى إفراز الأزوت علاوة على التلف الذى أصاب جهاز الدورة الدموية. كما ضوعفت نسبة الكالسيوم فى البول أثناء الأسبوعين الرابع والخامس من فترة السكون » .

وقد أتيحت كميات كبيرة من البيانات تكفى لتبيان أن سكون الجسم ، المصحوب بعدم استخدام البناء الهيكلى والعضلى ، يسبب خللاً فى جهاز الدورة الدموية كما يؤدى إلى ضعف البناء العضلى والعظمى للجسم .

وقد أمدتنا تجارب غمر الدكتور جريفلاين لمدة أسبوع فى « حمام عصر الفضاء » بمزيد من النتائج الهامة . وقد كان كل ما احتاجه الدكتور من الراحة عبارة عن سبع ساعات من النوم المتقطع ، وكان من الصعب عليه أن ينعس هذه الفترة من الساعات المائة والثمانى والستين التى قضاها فى حوض الماء ، بالرغم من أنه كان قد سمح له بالنوم كلما استطاع ، وأن ظروف الاختبار كانت تعد بحيث تشجعه على النعاس .

وكان الدكتور جريفلاين ، أثناء التجربة يلبس بدلة من المطاط لا ينفذ منها

الماء ، تشبه بدلة الغطاس ، مدة بقائه فى حمامه الدافىء (٤٠٠ جالون من الماء) . وقد قيدت حركاته إلى حد يقرب من القيود المفروضة على رائد الفضاء فى السفينة ميركورى .

ولم يدهش الأطباء للتغيرات الخطيرة التى طرأت على نبض قلب الدكتور جريفلاين وجهازدورته الدموية ، فقدكانوا يتوقعون ذلك . ولكنهم ذهلوا لتغير صورة النوم . حتى فى خلال الساعات السبع التى نام فيها ، لم يكن نومه عميقاً . فقد كان الشبه كبيراً بين رسوم المخ الكهربائى للدكتور جريفلاين ورسوم مخ البالغين فى الأوقات التى يكونون فيها على وشك النوم أو على وشك الاستيقاظ من النوم . ولم تبين أجهزة التسجيل فى خلال الأيام السبعة كلها سوى فترتين — تقل كل منهما عن خمس دقائق — نام فيها « نوماً عميقاً » .

وقد أدت انفعالات الدكتور جريفلاين ، غير المتوقعة كلية ، فى هذا المجال ، إلى نتائج أبعد مدى من النتائج التى حصلنا عليها فى الطيران وطب الفضاء . وقد قال الدكتور هيوبرتس ستراجهولد ، مستشار البحوث فى مركز الطب الفضائى للسلاح الجوى الأمريكى : « قد يكون لنتائج غمر الدكتور جريفلاين مدة الأيام السبعة تأثير بعيد المدى على النظريات الطبية حول أسباب النوم عند الناس . وقد دفعنا النقص الخطير الذى طرأ على النشاط العضلى ، وما صحبه من نقص فى الحاجة إلى النوم ، إلى أن نلقى نظرة جديدة على كل مفاهيم النوم . كما يثبت هذا الاختبار اعتقادنا فى حاجتنا إلى مزيد من البحث قبل أن يحق لنا أن نصف حتى السلوك العادى للإنسان وصفاً دقيقاً » .

وقد وضعت بعد هذه الاختبارات مباشرة نظرية أيدت « النظرية الأيضية » عن النوم ، التى تفرض أن النوم يجىء نتيجة لمنتجات ثانوية لعملية الأيض

الإنسانى . وبذا يمكن أن يكون انخفاض معدل الأيض المصحوب بالنقص الكبير فى الحركة هو السبب الذى أدى إلى النقص الكبير فى حاجة الدكتور جريفلاين إلى النوم .

وقد كان الأطباء فى وقت التجارب ، من خمس سنين مضت ، يظنون أن كثيراً من عناصر الطيران المدارى الحقيقى لا يمكن تقليدها ، وأنه من اللازم الاحتياط فى تقليل انفعالات الإنسان الذى يتعرض لانعدام الوزن الحقيقى ، لا المقلد . إلا أنه بالرغم من الافتقار إلى الظروف الحقيقية التى تصحب الطيران المدارى فإن النتائج التى وصلوا إليها جاءت دقيقة إلى أبعد الحدود .

وقد قال الدكتور جريفلاين « مالم يكن فى وسع طيارى الفضاء أن يتحركوا حركة عادية ، أو تهيأ لهم ظروف تشبه الجاذبية، فلن يكون فى وسعهم أن يؤدوا أفعالا ضرورية عند العودة إلى الجو فى مركباتهم الفضائية . . . ». وقد تختلف الكلمات ولكن القرار يتطابق تماماً مع القرار الذى وصل إليه رجال الطب الفضائى بالاتحاد السوفيتى . وإنه لمن المهم أيضاً أن نذكر هنا أن كلا من الاتحاد السوفيتى والولايات المتحدة لم تكتف بإمداد رواد الفضاء بمعدات الحركة والتمرين ، كقضبان الشد ، ولكنهم يفكرون فى الوقت الحاضر فى بعض معدات التمرين التى لا يمكن الاستغناء عنها فى الرحلات المستقبلة طويلة المدى .

كما كانت هناك أوجه شبه أخرى . فلم يدع الروس مجالا للشك فى مخاوفهم من فقد « المعدنة » فى البناء العظمى للجسم نتيجة للتعرض الطويل المدى لانعدام الجاذبية . وكشفوا عن قلقهم من أن الجمع بين انعدام الوزن وتقييد الحركة قد يؤدى إلى فقدان الكلسيوم من العظام . على أن مخاوفهم هذه لم تنشأ من اعتبارات نظرية ، ولكنها جاءت نتيجة لاختبارات أجريت على المرضى الذين يلتزمون الفراش مدة طويلة ، يؤيدها فقد الكلسيوم من عظام الحيوانات التى بقيت فى المدار فترات طويلة من الوقت . وقد سجل الأطباء

الذين فحصوا الدكتور جريفلاين عن كثب « أخطر » تلف طرأ على عضلاته وعظامه . فقد كان الدكتور جريفلاين يخرج من حمامه المائى مدة ساعة واحدة كل يوم ليغير ملابسه الداخلية الطويلة وبدلته الكاوتشوكية ، فكانت انفعالاته تكاد تنذر بالخطر ، إذ أن جلده تلون بلون أزرق ، ونبضه ارتفع إلى حد مخيف ، وضغط دمه انخفض إلى درجة خطيرة .

وقال الدكتور جريفلاين : « قد كانت عودتى إلى الماء فى الأيام القلائل الأخيرة من التجربة بمثابة إنقاذى من الخطر . فقد كنت أشعر بتزايد الضعف من يوم إلى آخر .

« وقد كان حتى من الصعب على أن أجمع من الطاقة مايكفى لأن أتكلم مالم أكن فى حوض الماء . كما أنى كنت حساساً ، لدرجة غير عادية ، لأى تغيير يطرأ على درجة حرارة الماء التى ثبتت عند ٩١ر٤ فهرنهيتيه ، إذ أنى كنت أحس بالحرارة الشديدة أو البرودة الشديدة إذا ارتفعت أو انخفضت درجة حرارته درجة واحدة .

«وقد أثبتت الفحوص اليومية أن عضلاتى كانت تلين وتضمر ، كما كان الكلسيوم والفوسفور ، اللذان كانا يهجران العظام ، يظهران بكميات متزايدة فى البول ، فتعرضت الكليتان إلى ظروف قاسية من ظروف الإزالة».

وقد أوضح الأطباء أنه لما كانت عضلات الدكتور جريفلاين التى كان يستعملها عادة ضد جذب الأرض ، وعظامه ، لم تكن تفعل شيئاً ، فقد أخذت تمزق نفسها فى عملية منظمة من عمليات التحلل . وقد كان من الغرابة بمكان أن الدكتور جريفلاين لم يفقد شيئاً من وزنه ، إلا أن التغير الملحوظ الذى طرأ على مفاصله كان أهم ظاهرة فى جسمه .

وقد ذكر الدكتور جريفلاين : « إنى لحظت ، أثناء الاختبار وفى الأيام

السبعة التى أعقبت خروجى من الحوض، إحساساً غريباً بتفكك المفاصل ، كما لو أن الأربطة قد ارتخت لافتقارها إلى شىء تفعله » .

وقد شعر الأطباء المعنيون ، فى نهاية الاختبارات ، بثقتهم الكاملة فى أن تعريض رواد الفضاء فترة قصيرة لانعدام الوزن سيؤدى إلى تغيرات طفيفة على أجسامهم ، فى حين أن تعرضهم لفترات تمتد إلى ست وثلاثين ساعة أو ثمانى وأربعين ساعة ، أو لفترات أطول من ذلك ، سيحدث فى الغالب « انفعالات محسوسة » .

وقد أجريت بعض التجارب النهائية على الدكتور جريفلاين بعد أسبوع من بقائه فى الحوض . وكان قد قام قبل غمره فى الحوض بسلسلة من التدريبات على جهاز الطرد المركزى التابع للسلاح الجوى فى قاعدة رايت باترسون لسلاح الطيران . وكان أن فقد وعيه خلال هذه التدريبات عندما طالت مدة تدريبه تحت قوة طاردة مركزية بلغت ٤٫٩ ج .

ولما خرج من حوض الماء فى تكساس لآخر مرة تلقى معاونة فى لبس بدلة الطيران ، ثم دفع إلى خط الطيران ، وعاونوه فى الوصول إلى داخل قمرة طائرة مقاتلة نفاثة من طراز ف — ١٠٠ أقلعت فى عملية طيران سريعة إلى أوهايو .

وفى هذا قال الدكتور جريفلاين : « هبط ضغط دمى إلى رقم ينذر بالخطر ، وكان من الصعب قياسه بالأجهزة التقليدية . أما نبضى فلم يقل عن ١٥٠ طول مدة الرحلة ، بينما أن قيمته فى الأحوال العادية لايتعدى الثمانينات .

« وقد كانت فترة التدريب فى جهاز الطرد المركزى أشق على من أن أتحملها هذه المرة . كنت مصاباً بدوار ، وارتفع نبضى ، وأصبت بغثيان شديد . إلا أنه كان واضحاً أن جسمى كان لايزال قادراً على دفع الدورة الدموية بما يكفى

لتغذية مخى وعينى. ثم ارتفعت القوة الطاردة المركزية مرة أخرى إلى خمسة ج وعندها فقدت قدرتى على الإبصار » .

على أن ضوءاً جانبياً قد سطع نتيجة للنقص الكبير الذى طرأ على احتياجات الدكتور جريفلاين للنوم . فقد كانت الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتى قد قامتا فى عدة سنوات بإجراء بعض التجارب بغية الوصول إلى وسيلة لخفض عدد ساعات النوم التى يحتاجها الإنسان كل ليلة — دون أن تكون لها آثار جاذبية تتدخل فى كفاياته ومهاراته العادية. وتؤيد التجارب التى مر بها كوبر فى سفينته الفضائية ميركورى من حيث النوم نتائج تجارب الدكتور جريفلاين التى أجريت عليه فى حوض الماء ، قبل ذلك بعدة سنوات ، مما يبين أن ظروف الارتخاء الكامل، سواء فى حالة الغمر فى الماء ، أو فى حالة انعدام الجاذبية ، تؤدى إلى انخفاض شدة حاجة الفرد إلى النوم .

وقد ظل الروس عدة سنوات يستخدمون « جهاز النوم الكهربائى للحث » على النوم الفورى العميق ، وهو جهاز يقل طوله عن قدم واحد ، ويبلغ عرضه أربع بوصات ويزن حوالى خمسة أرطال توضع أقطابه على جفنى العينين ومؤخر الرقبة، فيتلقى الشخص دفعات منخفضة التردد ، وينام فى الحال نوماً عميقاً جداً.

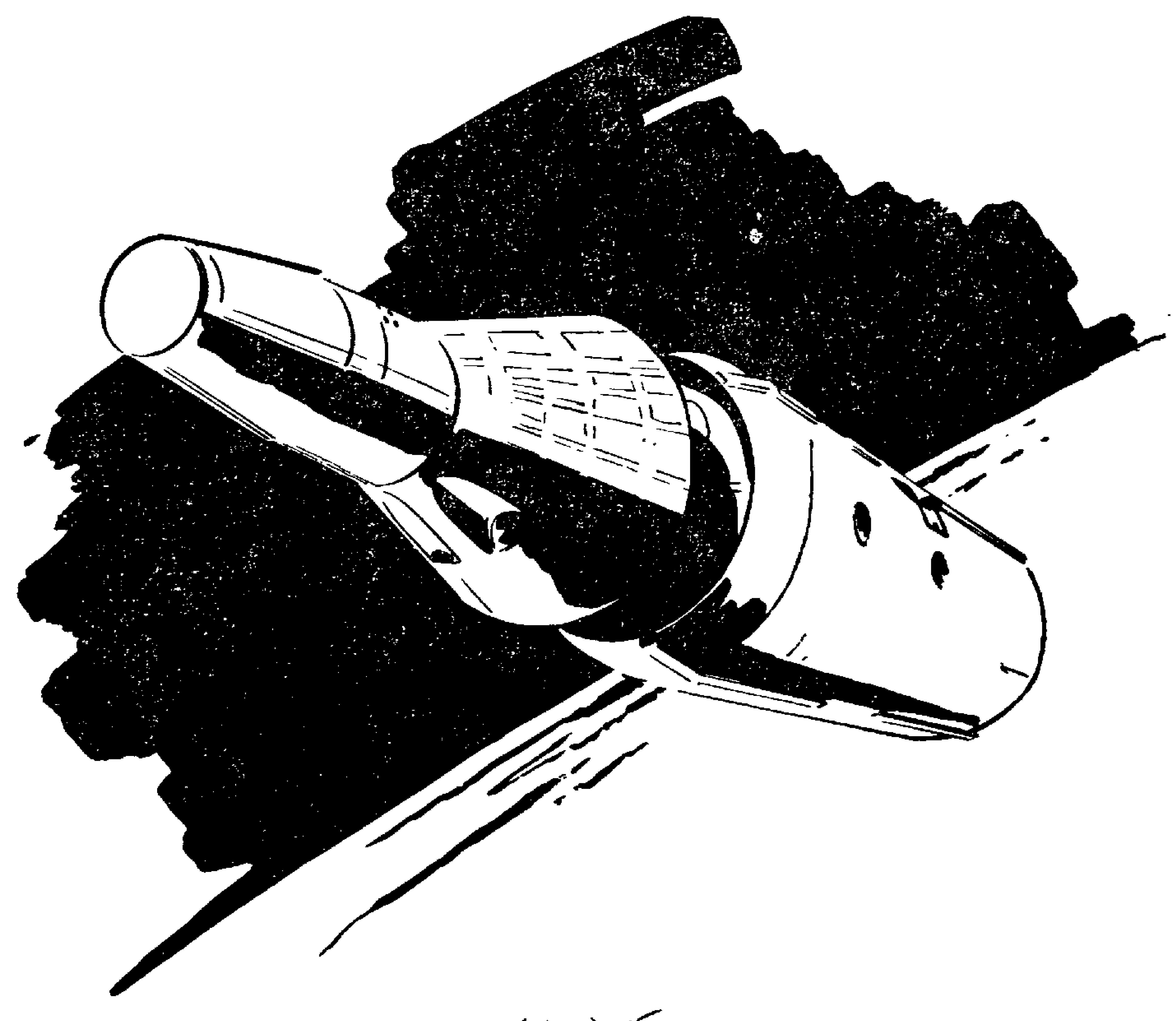
وقد أعلن الأطباء الروس أنهم كانوا فى الأصل يستخدمون هذا الجهاز لتأثيره المفيد فى المستشفيات . فلما اتضح أنه لا يحدث آثاراً جانبية ، وأنه أصبح فى الإمكان تخفيض ساعات النوم إلى مالا يزيد على ثلاث أو أربع ساعات فى الليلة الواحدة ، تكفى لإراحة الجسم والمخ إراحة تامة ، بدأوا يستخدمون الجهاز على نطاق أوسع بكثير .

وتضمن هذا استخدامه من الناحية العملية . كما أثبت الجهاز أثناء العمليات العلمية فى أنتاركتيكا أنه جهاز لا يقدر بثمن . فقد استخدمه الروس فى قاعدة ميرنى ، حيث يمتد الليل القطبى الجنوبى إلى ستة شهور لخفض احتياجات

الفرد من ساعات النوم بنسبة ٥٠ فى المائة ، مما هيأ لـكل فرد أربع ساعات إضافية من ساعات اليقظة اليومية لفترة الشهور الستة !

اختبارات جديدة

بدأ سلاح الطيران الأمريكى فى أوائل عام ١٩٦٤ سلسلةواسعةمن تجارب الراحة فى الفراش وما يتصل بها لجمع أكبر كمية من البيانات الأساسية عن انفعالات الجهاز الدورى . فقد بدأت مدرسة الطب الفضائى الجوى فى تـكساس اختباراتها للحصول على مزيد من البيانات عن أثر طول المدة المرسومة المهمات التى ستؤدى على ظهر المول [١] — المعمل المدارى المحمل بالبشر . والمول جزء من برنامج جيمينى ١٠ الذى ينفذه السلاح الجوى « يرسل فيه اثنان من رواد



شكل (٢٥)

المعمل المدارى المحمل بالبشر

(١) mol الحروف الأولى من الإسم الانجليزى Manned Orbital Laboratory

الفضاء إلى المدار ليعيشا ويعملا داخل أسطوانة محكمة القفل تتصل بسفينة الفضاء جيميني الأم .

ويشعر علماء الطب التابعون للسلاح الجوى أنهم قد توصلوا إلى ابتكار إجراءات ووسائل تهيىء لرواد الفضاء وقاية كافية ضد آثار انعدام الجاذبية من مضاعفات على جهاز الدورة الدموية . وتتضمن هذه الاختبارات محاولات لايجاد وسيلة لخفض احتمال إغماء الفرد بعد الخمول الإجبارى للبناء العضلى والهيكلى . ويعتقد العلماء أن البدل المقاومة للجاذبية ، والتى تطورت من الأجهزة التى يستخدمها طيارو المقاتلات منعاً للعمى المؤقت أثناء مناورات الطيران التى تصحبها قوى ج كبيرة ، قد توصلنا إلى حل للمشاكل التى واجهت شيرا وكوبر فى طيرانهما ، كما قد توصلنا إلى حل للمشاكل التى واجهها رواد الفضاء الروس .

وتجرى الآن دراسات للوصول إلى إجراءات وقائية أخرى للاستخدام اليومى ، تتضمن استخدام قفاز ضغط الدم فى حالة التصاق تام أثناء انعدام الوزن . فقد ينتفخ القفاز من وقت لآخر ، وقد يعمل على موازنة الآثار الضارة التى تنتج عن امتداد فترة انعدام الوزن . ومن المؤكد أن القفاز سيعمل على رفع ضغط الدم فى الأوردة إلى حد يتفق مع القراءات المأخوذة على الأرض تحت قوة جاذبية عادية قدرها ١ ج .

ومن الإجراءات التى تمكن الجسم من معاونة نفسه أن يقوم الإنسان بمناورات شبيهة بما يجريه الطيار ، عندما يعود من ارتفاع عال إلى ارتفاع واطىء ، ويصاب بانسداد الأذن . وقد درب الطيارون على تخفيف وطأة هذا العارض بسد منخريهم بأصابعهم وقفل فمهم ثم النفخ برفق ، مما يساعد على تسوية للضغط داخل الأذن فتخف شدة انسدادها .

أما فى الطيران الفضائى فيقوم رائد الفضاء بقفل فمه إقفالاً محكماً ثم يزفر بقوة ، فيؤدى هذا ، وخاصة مع التكرار ، إلى زيادة ضغط الهواء داخل الصدر ، مما يعطل انسياب الدم إلى القلب ، ويسمح لجهاز الوقاية العادى بالجسم أن ينشط ويعمل فى الحال . ويرد الجسم على هذا بإسراع عمل القلب وتضييق الأوعية الدموية فى أجزاء مختلفة من الجسم للتغلب على أثر زيادة ضغط الصدر . وتؤدى هذه المناورة إلى زيادة ضغط الدم فى مساحة كبيرة من الجسم حتى يصبح أقرب إلى مستواه العادى . فإذا تكررت هذه العملية عدة مرات ضوعفت ، إلى حد ما ، إجراءات الجسم تحت ١ ج .

وقد ثبتت صلاحية بدلة مقاومة الجاذبية كوسيلة تضمن التعويض ضد انفعالات جهاز الدورة الدموية إلا أنها استخدمت بعد الراحة الإجبارية الطويلة . فإذا كان المقصود هو مجرد التعويض عن الآثار، فمعنى ذلك إهمال الموضوع الأهم الخاص بالوقاية . وقد يفيد الاعتماد على بدلة مقاومة الجاذبية أثناء العودة إلى الأرض إذا سار كل شىء حسب الخطة المرسومة . أما إذا كان الطيران طويل المدى ، وفشلت بدلة مقاومة الجاذبية أثناء العودة إلى الأرض — وخاصة إذا هبطت سفينة الفضاء فى مكان بعيد ولم يتيسر إصلاحها فى الحال — كانت النتيجة الحتمية الكساح أو الموت لرائد الفضاء المصاب .

ولذا كانت الوقاية هى مفتاح السلامة فى ظروف انعدام الوزن طويل المدى . وقد أكد الروس بكل قوة أن اللياقة البدنية الكاملة من متطلبات الطيران الفضائى طويل المدى ، مما دعاهم إلى وضع نظام إجبارى يومى عنيف للتمرينات الرياضية على عكس مايتبعه الأمريكيون من ترك أعباء ر اللياقة البدنية إلى الفرد نفسه .

وقد مالت الدراسات الحديثة فى الولايات المتحدة إلى الاعتقاد بسلامة

وجهة النظر الروسية . وأصبحت وجهة نظر السلاح الجوى أنه يحسن أن يـكون شد العضلات (التوتر العادى للعضل السليم أو مقاومته للشد) من لمتطلبات الحتمية لسلامة وحياة رائد الفضاء .

وقد قال الـكابتن والاس أونان ، مدرس الطيران ومدرس التدريبات البدنية بالسلاح الجوى [١] « إنه لابد من أن يـكون فى وسع رائد الفضاء أن يقاوم ، أثناء العودة إلى الأرض ، قوى الجاذبية التى تفرض على جسمه فى المرحلة الأخـيرة من رحلته الفضائية . فإن الحاجة ماسة فى هذه المرحلة إلى العضلات القوية المرنة . فهل يستطيع جسم رائد الفضاء أن يقاوم قساوة الهبوط دون حدوث تلف إذا لم يعمل على الاحتفاظ بعضلات قوية ؟ فإن الاحتفاظ بعضلاته فى حالة جيدة سيقيه من خطر هو فى غنى عنه . على أن الاحتفاظ بشد سليم فى العضلات أمر متاح ، ومن السهل إدخاله ضمن الروتين الخاص بالطيران الفضائى » .

وتحتفظ العضلات بشدها أثناء الانفعالات الانعكاسية فى بيئة العجلة ١ ج بوساطة النشاط الذى تبديه مغازل العضلات . فإذا تعرض الإنسان لانعدام الجاذبية فترة طويلة أصيب توتر العضلات بتلف كبير وسريع لأن العضلات لم تعد تزاول الشد كما كانت تفعل على سطح الأرض . وإن انعـدام جاذبية الأرض ، وما كان يصحبها من زيادات محسوسة فى الضغط نتيجة للعمل العادى وأنشطة الحياة العادية ، والتعرض إلى ظروف طويلة المدى من الاسترخاء إلى أقصى حدوده ، يؤدى إلى انعدام كامل للحافز على إحداث الانكماش الانعكاسى للعضلات . أما على الأرض فإن مجرد الحركات البسيطة العادية تـكفى لتدعيم أدنى درجات التوتر العضلى .

---

(١) Air University Review مايو — يونية ١٩٦٤ .

وقد قام الرواد الأمريكيون والروس بإجراء بعض التجارب بحبال الشد والمدادات وغيرها من معدات التمرينات البدنية داخل الحيز الضيق فى سفينة الفضاء، فأعطت قليلاً من الأمل فى التعويض عن نقص شد العضلات التى تنشأ من الإنفعال الانعكاسى .

إلا أن الانكماش المتقايس يبدو أفضل وسيلة لضمان توتر العضلات فى الجسم بكامله . وهو عبارة عن وسيلة للقيام بتمرينات لا تتطلب نشاطاً بدنياً كبيراً فى تحركات الجسم ، ولا يحتاج إلى أى نوع من المعدات ، ويتلاءم تماماً مع الحيز الضيق المزدحم . كما أنه قابل للممارسة فى ظروف انعدام الوزن وعلى سطح الأرض سواء بسواء .

ويعرف الانكماش المتقايس على أحسن الوجوه بأنه وسيلة أو طريقة للتمرين تنكمش فيه عضلات الفرد ضد جسم غير قابل للحركة لفترة قصيرة من الزمن . وقد عرف لأول مرة ، ونال نصيبه من التقدير بعد أن استخدم فى مراكز رعاية المرضى الذين تضطرهم حالاتهم للبقاء فى الفراش مدة طويلة ، ومع المرضى الذين يقاسون من ضعف نمو عضلاتهم بسبب الحوادث أو المرض ، أو بسبب عيوب ولدوا بها .

وقد أصبح بعد تطويره عوناً كبيراً فى اللياقة البدنية. وهاهم رافعو الأثقال قد زادت قدرتهم على الرفع بمقدار خمسين رطلاً عما تعودوا رفعه من قبل ، كما أعلن الرياضيون فى غالبية مجالات الألعاب ، بحماس شديد ، أن اتباع نظام دقيق من الانكماش المتقايس قد أدى إلى تحسين كبير فى أدائهم الفردى يمتد من ملحوظ إلى مدهش .

وقد أوضح الكابتن أونان : « إن الانكماش المتقايس مبنى على النظرية القائلة بأن العضلات تنمو بسرعة أكبر إذا مورست التمارين بدون

إرهاق . ويجب أن يستمر انكماش العضلة مدة تتراوح بين ست وثماني ثوان حتى يكون له أفضل الأثر . فهذه الفترة القصيرة من العمل تسمح للعضلة أن تعمل ، ولكنها لا ترهقها . ويساعد هذا الإجراء على سرعة نمو ألياف العضلات بسبب عدم حاجتها إلى فترة استرجاع قبل الدخول فى مرحلة البناء على نحو ما تتبعه بعد الإرهاق التام » .

وفى وسع رائد الفضاء أن يتبع نظاماً كاملاً لبناء عضلاته بممارسة مختلف التمرينات المعترف بها من الانكماش المتقايس — بضغط يديه وذراعيه معاً ، والضغط بقوة على جدران سفينة الفضاء والتجمعات التى تحويها ، والقبض باليدين على قضبان مثبتة ، حتى يتاح له انكماش العضلات ضد أجسام لا تتحرك حتى تفى بالغرض المطلوب من القيام بتمارين الانكماش المتقايس .

بقى الآن أن تحدد الطيرانات المدارية المستقبلة ما إذا كان الانكماش المتقايس أو نظام مطور منه بمعدات خاصة ، يستطيع أن يتغلب على المشاكل الخطيرة الخاصة بعدم أقلمة جهاز الدورة الدموية . على أن هناك شيئاً واحداً مؤكداً هو أن المشكلة تلقى أكبر اهتمام من علمائنا الطبيين فى الوقت الحاضر .

ومما يشير إلى خطورة هذا الأمر ، والمجهود المكرس للوصول إلى حلول لهذه المشكلة ، ذلك التأكيد القوى على إجراء الاختبارات والتجارب الطبية التى وضعت خططها لبرنامج جيمينى . وقد كان نتيجة للتقييم الكامل لهذه المشاكل التى ظهرت فى طيرانات رائدى الفضاء شيرا وكوبر ، ودراسة تفاصيل المتاعب التى تعرض لها رواد الفضاء الروس ، والتى حصلنا عليها من العلماء السوفييت ، أن وضعت هيئة النازا خطة لتسع تجارب طبية واسعة تجرى أثناء طيرانات برنامج جيمينى التى يشترك فى كل منها رجلان .

وقد أوضح الدكتور جورج موبلر نائب مدير الطيران الفضائى فى السفن

المحملة بالبشر ، الذى تشرف عليه النازا (رئيس البرنامج المدنى الأمريكى للطيران الفضائى فى السفن المحملة بالبشر) أن برنامج ميركورى يقدم لنا الدليل على أن الطيرانات التى لا تزيد مدتها على أسبوعين لن تؤدى إلى آثار ضارة بالإنسان .على أن هناك انفعالات انعكاسية مؤقتة تحتمل مواجهتها. إلا أن العلماء لا يتوقعون من الرحلات التى تمتد إلى أسبوعين ظهور أى آثار لا تختفى تماماً فى خلال شهر من إتمام الرحلة .

وقد وضع برنامج جيمينى على أن يكون مشروعاً بطيئاً يشترك فى كل عملية منه اثنان من رواد الفضاء ، مبتدئين فى رحلة الطيران الأولى بالرحلة المألوفة التى تقطع فيها السفينة ثلاث دورات (كما فعل كل من جلين وكاربنتر فى برنامج ميركورى) . حتى إذا ما حلت الرحلة السابعة ، وكانت الأمور تسير على المنوال الناجح الذى سلكه برنامج ميركورى ، طار فى السفينة رجلان إلى الفضاء فى رحلة تستغرق أسبوعين .

وستقوم النازا فى خلال التزايد التدريجى فى فترة الطيران (وتزايد التجارب التى تجرى فى الفضاء) بإجراء سلسلة من الفحوص الطبية الواسعة لتحديد الآثار الحقيقية لزيادة فترة الطيران على راكبى السفينة جيمينى . وقد حدد الدكتور مويلر التجارب الطبية التسع المزمع إجراؤها فى رحلات جيمينى ابتداء من جيمينى ٣ إلى جيمينى ٦ ، وهى :

(١) تجربة على الانفعال الانعكاسى لجهاز الدورة الدموية لمحاولة ابتكار إجراءات مضادة للوقاية من الخلل الذى يطرأ على توزيع الدم فى الجسم بسبب التعرض الطويل المدى لحالة انعدام الوزن . وفيها تنفخ قفازات هوائية على ذراعى رائد الفضاء العلويين وفخذيه العلويين إلى ضغط يبلغ حوالى خمسين ملليمتراً من الزئبق فى أوقات معينة — مخطط لها فى الوقت الحاضر أن تكون خمس دقائق كل نصف ساعة ، يكون الملاح فيها يقظاً .(جيمينى ٣ إلى جيمينى ٨).

(٢) يوضع ملاحا جيمينى على منضدة مائلة قبل وبعد كل عملية طيرانيـة مدارية لتسجيل نبض رائدى الفضاء ، على أن تقارن النتائج لدراسة آثار انعدام الوزن على جهاز الدم . (جيمينى ٣ إلى جيمينى ٩)

(٣) يقوم ميـكروفون بتسجيل أصوات القلب ومقارنتها بقراءات راسم القلب الـكهربائى لتحديد الفترة الزمنية بين الانكماش الميكانيكى والـكهربائى لعضلة القلب ، مما يهيىء للأطباء دليلاً على ما يمكن أن يحدث من خلل فى عضلة القلب أثناء فترات انعدام الوزن الطويلة . (جيمينى ٤ إلى جيمينى ٩)

(٤) يجرى تحليل الهرمونات من عينات البول التى تجمع قبل وخـلال وبعد كل رحلة ، على أن تقارن النتائج الخاصة بما قبل الطيران وما بعد الطيران حتى يتمكن الأطباء من تحديد ردود الفعل لمتطلبات الإجهاد ووسائل تجارب جهاز الدورة الدموية . (جيمينى ٦ إلى جيمينى ٩)

(٥) تجرى دراسة لفقـد المعدنة ومداه بسبب التعرض لانعـدام الوزن الطويل المدى ، بمقارنة صورة أشعة إكس لعظمة كعب القدم والأصبع الصغير لليد اليمنى قبل الطيران وبعده . (جيمينى ٤ إلى جيمينى ٩)

(٦) يقدم لرائدى الفضاء لمدة أسبوعين قبل الرحلة المدارية، وأثناء الرحلة، ولمدة أسبوعين آخرين بعد الرحلة، وجبات كالسيومية منظمة تنظيماً دقيقاً، على أن تحلل جميع الفضلات لتعيين محتواها من الـكالسيوم حتى يمكن تحديد معدل ومقدار الـكلسوم المفقود أثناء فترة انعدام الوزن . (جيمينى ٧ فى رحلة طويلة تستغرق أسبوعين وجيمينى ٩).

(٧) يقوم جهـاز تسجيل طبى حيوى منمنم بتسجيل دقيق لقراءات راسم المخ الـكهربائى عن مستوى الوعى وعمق النوم لـكل من رائدى الفضاء أثناء الطيران المدارى . (جيمينى ٥ و ٧ و ٩)

(٨) تؤخذ ، قبل الرحـلة وأثناءها وبعدها ، قياسات عندما يلبس رائد

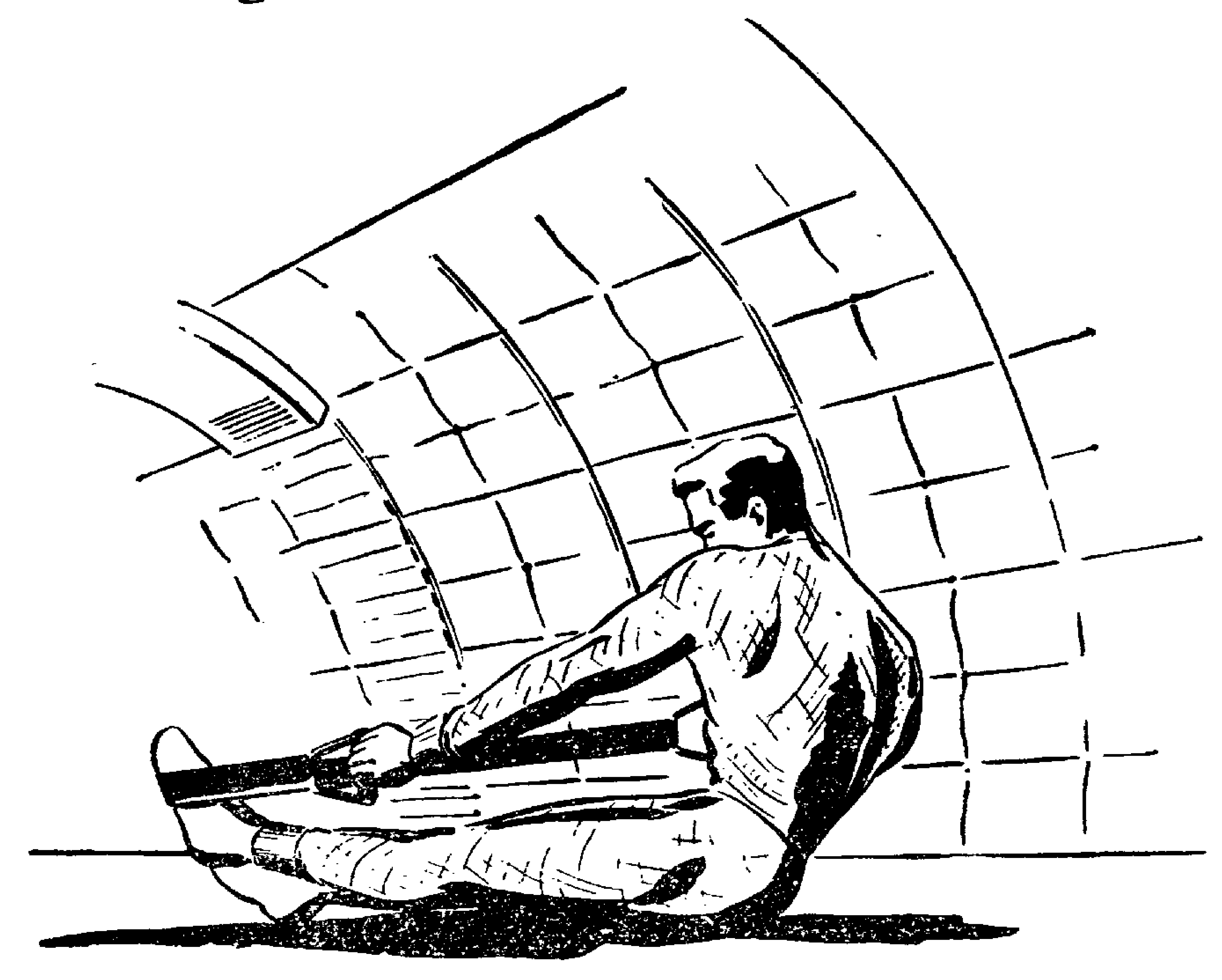
الفضاء نظارات معتمة تحتوى إحدى عينيها مصدراً ضوئياً ذاتى القوة على شكل خط أبيض قابل للحركة . ثم تثبت الرأس ، ويضبط رائد الفضاء وضع الخط الأبيض بحيث يعين اتجاه محور التأرجح الميلى للسفينة . ويقوم رائد الفضاء الثانى بقرءاة وتسجيل الأعداد على مسمار محورى سبقت معايرته . وستساعد هذه التجربة ، التى تجرى لاختبار التأثيرات على الأذن الداخلية ، على تحديد قدرة رائد الفضاء على التوجيه فى الظلام خلال فترة انعدام الوزن طويل المدى . (جيمينى ٧).

(٩) يقوم رائد الفضاء ببعض التمرينات فى سفينة الفضاء بشد حبل مثبت فى عارضة للقدم ، وذلك قبل الرحلة وأثناءها ، على أن تؤخذ قياسات لضغط الدم قبل هذا التمرين وبعده ، مع مراقبة معدل النبض أثناء فترات التمرين لتعيين قدرة رائد الفضاء على مباشرة الأعمال البدنية أثناء انعدام الوزن .(جيمينى ٤ إلى جيمينى ٧) .

على أن هناك قليلاً من الشك بالرغم من خطورة قلق الأطباء على صحة رواد الفضاء تحت ظروف انعدام الوزن التى يتعرضون لها فى رحلاتهم الفضائية طويلة المدى ، فى أن حلول المشاكل أصبحت قريبة المنال . وسيعتبر الحد الزمنى ، الذى نعتبره فى الوقت الحاضر من ضرورات الرحلات الفضائية فى سفن محملة بالبشر ، سيصبح قيداً مؤقتاً يُرفَع بمجرد أن نتمكن من التعيين الدقيق لكنه ومدى التغيرات التى تطرأ على الرجال تحت ظروف انعدام الجاذبية طويلة المدى . على أنه من المؤكد أن ممارسة التمارين البدنية على ظهر سفن الفضاء الحالية والمستقبلة قد أصبح ضرورة حتمية . ومعنى هذا أن على الرجال الذين يذهبون إلى المدار ، لوقت ما ، أن يتدربوا تدريباً تاماً على هذه التمرينات التى تعتبر مفيدة لهم إلى أقصى الحدود ، والتى يمكن ممارستها فى الحيز الضيق

نسبياً داخل سفينة جيميني وأبوللو . (لاندرى ، ولم ينبس الروس ببنت شفة عن حجم سفينة الفضاء التى ستلى السفينة فوستوك) .

وتنحصر دقة الموقف فى أن المشكلة أقرب إلى الحل فى الأجيال القادمة من سفن الفضاء ، ألا وهى المحطات المدارية الكبيرة التى ستصبح ممكنة بفضل



(شكل ٢٦)
الألعاب الرياضية فى محطة الفضاء

الصواريخ العملاقة التى تجرى عليها الاختبارات والتطويرات المتقدمة فى فى الوقت الحاضر . وسنستطيع أن نندفع إلى محطات مدارية تزن من ٢٠٫٠٠٠ رطل (ساتيرن ١) إلى ٢٤٠٫٠٠٠ رطل (ساتيرن ٥) . وستتاح لنا عندئذ ، ولأول مرة ، فسحة من الحيز فى الفضاء .

ومعنى هذا أننا سنزود ، وخاصة للرحلات التى تستغرق عدة أسابيع ، بالحيز والوزن اللازمين لمعدات التأقلم البدنى . وها هو جيمس كارتر ، الذى

يعمل بمركز جورج مارشال للطيران الفضائى ، يوصى بأن تحوى هذه العملاقات المدارية على ظهرها تشكيلة من مختلف وسائل التمرينات البدنية فى هيئة معدات كاملة . ويوصى بأن يكون ضمن هذه المعدات دراجة تمرين ، ومقبض شد مزدوج ، ومقبض يدوى ، وعقلة ، ومقابض الحائط ، وركاب ، وآلة تجديف وجهاز من أجهزة اللى .

وقد تسد هذه المعدات حاجتنا من متطلبات تمرين كل عضلات الجسم ، والاحتفاظ بتوتر سليم للعضلات ، والتأقلم البدنى بصفة عامة . وستتاح لرائد الفضاء حرية الاختيار المستمرة لأدوات التمرين. وقد تؤدى التطورات فى عمليات الانكماش المتقايس الذى أختير بصفة خاصة لمعالجة آثار انعدام الوزن إلى اختفاء تام للمشاكل التى تتصف فى الوقت الحاضر بالخطورة .

إلا أنها ستثير مواقف فى الفضاء يبدو أنها غابت عن أذهاننا .

تصور أن عليك أن تشق طريقك فى الفضاء إلى المريخ !!

الفصل الثامن

آلات التعذيب

كنا أربعة عشر رجلاً نجلس على مقاعد موسدة على كل من جانبي حوض من الصلب السميك يبلغ من القوة حداً يكفي لمقاومة أى شيء إلا إصابة مباشرة من قنبلة ذرية. وقد كان هذا الحوض الذى تبدو عليه بوادر الشر غرفة يستطيع فريق من الرجال فيها ، يحملون المقاييس والروافع ، أن يرفعوا المجموعة من الأرض وينقلوننا داخل البيئة المحكمة القفل ، إلى ارتفاع مدوخ يبلغ خمسين ألف قدم أو يزيد .

كانت هذه غرفة محكمة من الهواء يقصد بها تعيين ما إذا كان كل منا فى جلسته المقلقة يستطيع أن يقاوم الطيران على ارتفاع شاهق ، وما إذا كان يستطيع تشغيل معداته التى توفر له الضغط والأكسجين للتنفس ، وما إذا كان يستطيع ، مكافأة له ، أن يقاوم تخلخلاً انفجارياً شبيهاً بالتخلخل الانفجارى فى القمرة عند الارتفاعات الكبيرة . ويدخل هذه الغرف عشرات الألوف من الطيارين كل عام . وهى شر لابد منه بأى حال من الأحوال .

وقد عبر أحد طيارى المقاتلات التابعة للبحرية ، وكان محارباً قضى آلافاً من الساعات فى الطيران ، عن تأففه وضجره وهو يمسح العرق من جبهته ، ويعدل من وضع كامته إلى وضع مريح ، فقال : « أعوذ بالله ، فلو كان الطيران بهذه الخشونة لطويت جناحى من زمن طويل » .

وتكمن داخل هذة الغرفة المؤلمة حقيقة فى غاية البساطة ، تتعلق بالطيران الفضائى والاستعدادات لهذه الرحلات ، فإن التدريب والاختبارات الخاصة التى تجرى فى هذه الغرفة أسوأ بمراحل من الرحلة الحقيقية .

وقد تحول طب الطيران الفضائى شيئاً فشيئاً نحو أعتباره طب الفضاء الجوى بدلاً من تمييزه بطب الفضاء . فالتسمية الأخيرة تسمية خاطئة ، لأنها تدل على تخصص بذاته . وقد كان هذا من سوء الحظ الذى يؤدى إلى التضليل . فقد كان الناس من عدة سنوات فى حيرة من تحديد نهاية لمجال الطيران الجوى يبدأ عندها الطيران الفضائى. وكان الحل أن يتمسك الناس بعبارة « الطيران الفضائى الجوى » ليشمل علوم الملاحة الفلكية والملاحة الجوية على حد سواء .

ولما كان من المحتم أن يعيش الإنسان داخل غلافة الواقى الذى يحوى بداخله جواً شبيهاً بالجو الذى يطوق الأرض ، فقد عرف الطب بداية الفضاء بالنقطة التى يبلغ فيها الجو درجة من الرقة لاتسمح بالحياة . فإذا تعرض الإنسان للطيران السريع فى حالة الارتفاعات العالية دون اتخاذ إجراءات وقائية خاصة ، لما بقى إنساناً بالوضع المفهوم ، ولتحول إلى حزمة ميتة على استعداد لوضعها فى صندوق من الخشب يدفن تحت سطح الأرض .

وعلى ذلك فالمقياس الفسيولوجى هو الذى يحدد بداية الفضاء الذى يتربص بنا على بعد من الأرض المحدبة أقرب مما تتصوره غالبيتنا . على أن كثيراً من الأطباء مقتنعون فى الواقع بأن التعاريف الوفيرة التى ترمى إلى تحديد الخط الفاصل بين الطيران الأرضى والطيران الفضائى هى مجرد تحايل . فإذا نظرنا إلى وقاية الإنسان المسافر إلى الفراغ ، فإن الفضاء يبدأ بعدست بوصات من سطح الأرض . أما محاولة تحديد أى تقسيم آخر فسيكون بمثابة محاولة للادعاء بأن صعود رجل الفضاء يمكن تقسيمه إلى مرحلتين ، يأخذ فى أولاهما دور الطيار الجوى ، ثم ينتقل فجأة فى المرحلة الثانية إلى دور الرائد الفضائى .

على أن هناك بالطبع حدوداً ميكانيكية. فمعظم المهندسون يصرون على وجود حد ديناميكى حرارى هوائى للأرض ، هو عبارة عن طبقة تبعد عن السطح مسافة تقرب من مائة ميل . هذا هو الارتفاع الذى إذا طارت فيه سفينة فضاء،

مندفعة حول الأرض بسرعة مدارية ، فلا بد لها من أن تهبط بالتدريج إلى طبقات الجو العليا الرقيقة ،فتواجه بذلك احتكاكاً متزايداً مع الجزيئات الغازية. ثم لايلبث الاحتكاك أن يزيد إلى حد لاتبقى عنده السفينة فى مدار محدد ، بل تندفع عائدة إلى الجو المتكاثف . وهذا كله صحيح من الناحية الميكانيكية . إلا أنه من الناحية الفسيولوجية تحديد لامعنى له، إذ أن رائد الفضاء ــ إن لم يزود بجميع وسائل الوقاية التى يحتاج إليها على الجانب البعيد من القمر ــ سيلقى حتفه قطعاً عند عودته إلى أعماق الجو الواقعة تحت هذا الحد الميكانيكى وتنتهى حياته فى لمح البصر .

أما المقياس الذى اتخذه علماء الطب فى تقسيم المسار الرأسى من الأرض فهو ، أولاً وقبل كل شىء الكائن البشرى .

ولنأخذ رجلاً بائساً عرياناً ، ثم نبـدأ بحرمانه من وسائل الراحة التى اعتادها جسمه خلال حياته . فإذا ما وصلنا به إلى مستويات معينة تتعرض فيها حياته للخطر ، فقد وصلنا هضبة أخرى يحتاج فيها إلى بدائل صناعية تحفظ له حياته . ولن يمضى وقت طويل حتى نكتشف أننا مررنا بمختلف الهضبات وأننا على ارتفاع من الأرض لم يعد عنده الإنسان ــ من الناحية الفسيولوجية ــ فى حدود الأرض التى ضمنت له حياته حتى هذه النقطة .

ولا يهمنى فى تلك اللحظة أى المقاييس يستخدم . فالرجل فى الفضاء لا بد من إمداده ببيئة من نفس البيئة التى تحفظ له حياته على الأرض ، وهو على بعد خمسين ميلاً ، أو مائة ، أو ألف من الأميال من هـذا الكوكب . وقد تجرى بعض التعديلات على الشكل الخارجى للصندوق الصفيحى الذى وضعنا فيه الرجل ، وقد نضعه على قمة صاروخ بدلاً من إدخاله فى مركبة مجنحة . إلا أننا لن نكون قد غيرنا شيئاً بالنسبة له . فهو فى الفضاء ، وسيموت بنفس السرعة وبنفس الرعب أيضاً ، سواء أطلقنا على صندوقنا الصفيحى اسم طائرة

أو سفينة فضـاء . فلن يغير هـذا شيئـاً بالنسبة للمخلوق الحسـاس الضعيف القـابع داخل الصندوق الصفيحى .

دفـــع وضغط :

يرى رواد الفضاء فى الطيران مجرد إحساس بالاسترخاء والسعادة المصحوبين بأعلى مستويات الراحة التى أحسوا بها فى حياتهم . كما أسرع كثير من رواد الفضاء الأمريكيين فى الإشارة إلى أن فترة انعدام الوزن كانت الفترة الوحيدة فى حياتهم التى شعروا فيها بالراحة وهم يرتدون بدلة الضغط السمجة المشدودة على أجسامهم .

ومع أنّ مخرعباب بحور الفراغ فى الطيران الحرحول الأرض هو نوع من الاسترخاء لا يضاهيه أى استرخاء آخر ، فإن ما يسترعى الاهتمام هو الرحلة إلى المدار والعودة منه . ففيها تـكمن الخطورة : ضجيج ، وحرارة ، وقلق ، وخشونة . فلابد من دفع الجزاء ثمناً لسعادة انعدام الجاذبيـة . أما الثمن فهو عجلة قاسية — قوى جذبية موجبة تدفع الرجل وتضغطه وتهرسه كما لو كان دمية ملأى بالأنابيب اللينة تجرى فيها غازات وسوائل متعددة الألوان .

وقد كان جهاز الطرد المركـزى آلة من آلات التعذيب الطبى التى يألفهـا جميع الطيارين قبل أن نبدأ استعدادنا لدفع كبسولة تحمل إنساناً إلى المدار بسرعة تبلغ ثلاثمـــائة ميل فى الدقيقة بزمن طويل .

وقد منحت الحفاوات التى أظهرناها لروادنا الفضائيين ، والاهتمام الذى أغدقناه على طيراناتنا الرائدة إلى الفراغ ، منحت جهاز الطرد المركزى شهرة لم ينلها أيام الطيران فى الجو . ومع ذلك فقد تحمل الرجال قدراً من الجزاء على جهاز الطرد المركزى ، وفى الطيران ، أكبر ممـا عرفه أى رائد للفضاء منذ أن رفعنا أبصارنا إلى السماء . وفى هذا تتضح النكتة القائلة بأن رواد الفضاء تحملوا ، وهم طيارو مقاتلات وطيارو اختبار ، من القوى أكثر مما تحملوه وهم رواد للفضاء .

ولمـا كان الصاروخ يبدأ بالارتفاع من الأرض وهو فى حالة السكون، ثم يتسارع بالتدريج حتى يصل إلى السرعة التى يتطلبها المدار — ألا وهى ١٧,٥٤٥ ميلاً فى الساعة، فى حالة الصاروخ ميركورى — أطلس، فإن هذا التغير فى السرعة يحكم بالجزاء، والجانى هنا هو القصور الذاتى الذى يتسبب فى قيام قوة تعادل أضعاف قوة الجاذبية الأرضية حتى نندفع فى الفضاء بسرعة خمسة أميال فى الثانية. وعلى رائد الفضاء فى الثوانى الثلاثمائة والأربع التى تمضى من لحظة الإطلاق إلى لحظة الوصول إلى المدار، عليه أن يتحمل قوة تتزايد إلى أن تصل إلى نهايتها بالقرب من ٨ ج، أو ثمانية أمثال جاذبية الأرض. وهذا يعنى أن الرجل الذى يزن مع كامل معداته ٢٠٠ رطل، سيزن قبل دخوله إلى المدار ١٦٠٠ رطل. وقد عرف أن هذه القوة، إذا سلطت على فرد ما، كانت مانعاً لتحقيق رغبته فى قفزة مرحة.

على أن النزول من الفضاء يسبب هو الآخر قيام قوة جاذبية مرتفعة. ومن السهولة بمكان أن ندرك هذا الأمر. فإذا كانت الكبسولة تتحرك بسرعة خمسة أميال فى الثانية، ونحن نود أن تهبط سرعتها إلى الصفر، فلا بد لنا من تصفية هذه السرعة. وهذا يتحقق بإطلاق الحرارة. فإن حركة الكبسولة تتمثل فى طاقة حركتها. وقد استنفدت عملية إطلاق الكبسولة إلى الوضع المدارى بسرعتها المدارية كل الدفع الذى أنتجه الصاروخ أطلس. ويتمثل هذا الدفع فى طاقة حركة الكبسولة. ولا بد لنا من التخلص من هذه الطاقة لنعود بالكبسولة إلى سطح الأرض وقد هبطت سرعتها إلى الصفر.

فإذا ما عادت الكبسولة مندفعة فى الجو لقيت منه مقاومة شديدة. وتتزايد كثافة الجزيئات الهوائية كلما اقترب العصفور المعدنى المحمل بالبشر من الأض خلال طبقات تتزايد كثافتها باستمرار. إلا أنك لا تستطيع

أن تشق طريقك خلال كتلة متكاثفة دون توقيع الجزاء عليك . وتكون النتيجة فى هذه الحالة الاحتكاك، ونتيجة الاحتكاك حرارة ، وحرارة العودة تخلق درجات هائلة من الحرارة .

وهى حرارة تبلغ عدة آلاف درجة ، على سطح الدرع الحرارى الخلفى، إذ تنشأ فى مقدمة هذا الدرع موجة مريعة من الضغط . وهناك ما يبرر الوصف بكلمة مريعة لأن الحرارة تصل إلى ١١٫٠٠٠ درجة فهرنهيتية ، وهو ما يزيد على درجات الحرارة على سطح أكبر فرن محلية — ألا وهى الشمس . وقد وصف روادنا مرحلة الهبوط فتحدثوا عن كتل اللهب المتصاعدة من مقدمة الكبسولة وهى تمرق أمام نافذة سفينة الفضاء ، وما يصحبها من وهج ، وصرير ، وأزيز ، وزئير ، تنفجر كلها مع استخدام الفرامل على سفينة الفضاء .

وقد ألف رائد الفضاء قوى التباطؤ التى تصحب عملية العودة . وقد كادت هذه القوى فى برنامج ميركورى أن تكون مطابقة لقوى التسارع الناشئة أثناء الصعود، حيث كانت نهايته العظمى تتراوح بين ٧٫٥ ج و ٨ ج .

فإلى أى مدى يتحمل الإنسان هذه القوى ؟ هذا يتوقف على الإنسان نفسه ، وعلى الكيفية التى تعمل بها تلك القوى ، وعلى الخبرة ومعدات الوقاية ، وعلى الوضع الذى يكون فيه جسم رائد الفضاء الذى تضغطه وتهرسه اليد الخفية للقوى ج . فلو أن على رائد الفضاء أن يتلقى هذا الجزاء وهو فى الوضع التقليدى لقائد الطائرة المقاتلة — جالساً — لكان معنى ذلك أن يتلقى هذه القوة الغاشمة ج فى اتجاه سفلى على خط يبدأ عند رأسه لينتهى عند عجزه . ومن المشكوك فيه أن يحتفظ الإنسان طويلاً بوعيه وهو فى هذا الوضع بالرغم مما تهيئه له بدلة الوقاية من ج (التى تقبض بشدة على الفخذين والمعدة والساقين وغير ذلك من أجزاء الجسم فتزيد من ضغط الدم لتخفيف أثر الثقل

القوى الذى تحدثه القوى ﺟ) . ولو حدث أن تمكن من ذلك فلن يستطيع التحكم فى مصيره بأكثر مما تتحكم قطعة الطرشى فى برميل مشحون إلى مطعم مزدحم بزبائن على شفا الموت جوعاً . أما أثر هذه القوة ﺟ على الجسم فى هذا الاتجاه فلا يمكن إلا أن تكون شيئاً مكروهاً ، وعلى الأخص إذا طال أمدها .

وقد كان للمؤلف الحظ السعيد (؟) أن يصل إلى أقصى ما يمكنه أن يتحمله من أثر القوة ﺟ ، سواء فى الطائرة المقاتلة أو فى جهاز الطرد المركزى. ولن يستطيع أى كاتب مهما بلغ من الفصاحة أن يصف الإحساس بهذا الثقل الجسيم عندما يصبح ذراع الإنسان معادلاً للوح سميك من الرصاص ، ويبدو فكه على وشك الانفصال من الجسم ، ويبدو العجز كما لو أنه مرتكز على نصابين حادين ... وتبدو رأسك فى وزن طن، تخاف حتى من إمالتها ولو جزءاً من البوصة ، فإن عضلات رقبتك لم تخلق لهذا النوع من المستحيلات . وربما كان أفضل وصف أقدمه عن آخر لمحة لى لمقياس قوة الجاذبية ، الذى كانت قراءته تزيد على سبعة أمثال قوة الجاذبية الأرضية ، هو أنى شعرت كما لو أن مائتين من الناس صعدوا إلى القمرة ليدوسوا على بأقدامهم دون رحمة أو شفقة. وقد كان هذا كل ما أعرفه. فقد ألقيت على،على سبيل الشفقة ، ستارة سوداء ضخمة أوقفت فى كل هذه الإحساسات المؤلمة .

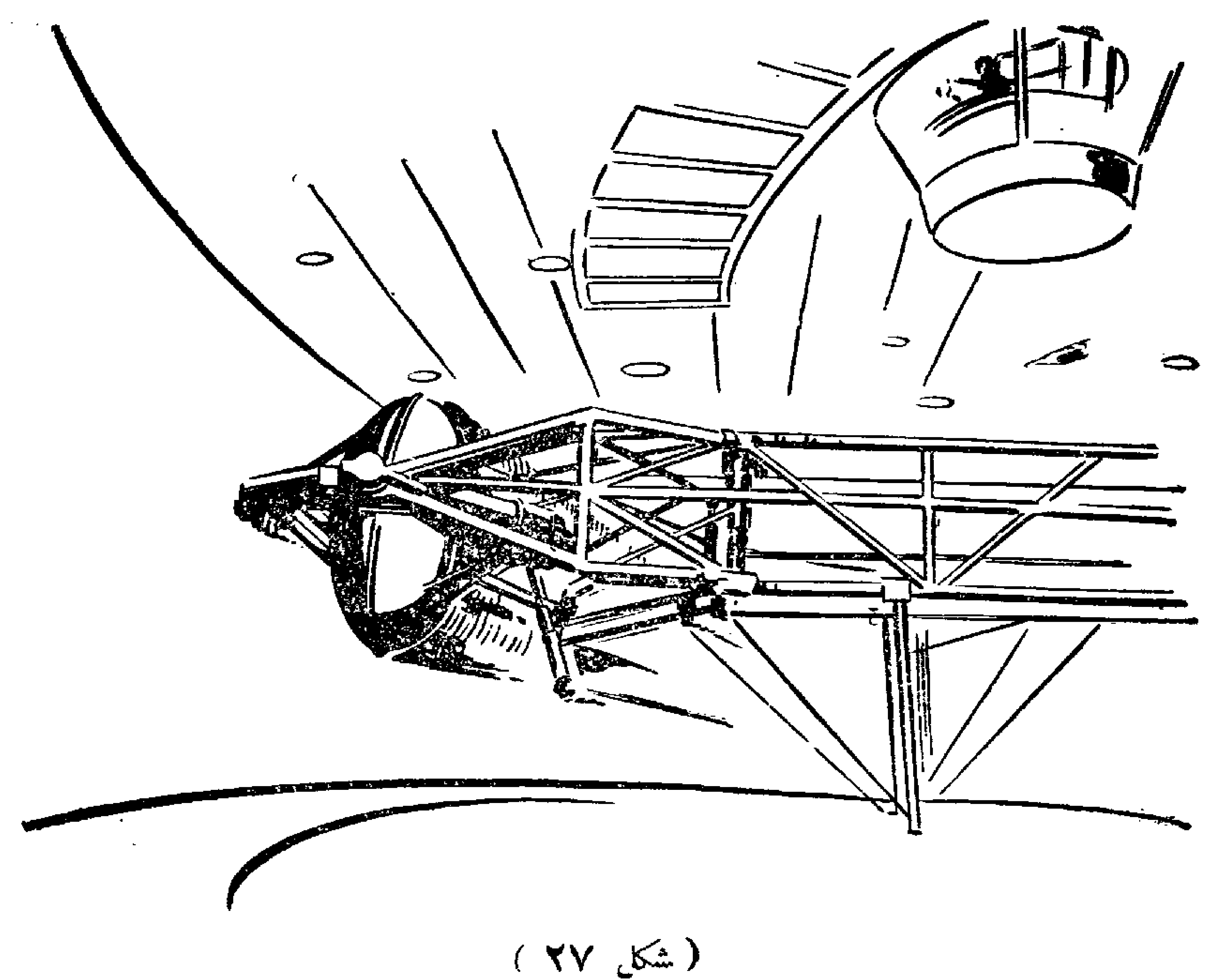
وقد أدرك علماء الطب من زمن طويل أن تغيير اتجاه تأثير القوى ﺟ — إلى خط مائل بزاوية صغيرة تمتد من أعلى الصدر إلى الظهر — يمكن الإنسان من تحمل جزاء أشد بكثير ممـــا يستطيع تحمله وهو فى جلسته العادية . وذلك لأن قلبه لم يعد مضطراً وهو فى هذا الوضع ، كما سبق أن رأينا، إلى أن يضخ الدم إلى أعلى ، وبذا يكون فى وسعه أن يتحمل مقداراً أكبر

من قوى الجاذبية . ولهذا زودت سفننا الفضائية بهذه المضاجع الباهظة التكاليف التي يتخذ عليها الإنسان وضعاً شبه منبطح ، بحيث تكون ساقاه أعلى من بقية جسمه، وجذعه ورأسه يميلان إلى أعلى ميلاً خفيفاً على الاتجاه الأفقي الحقيقي. ولا بد للدم في هذا الوضع أن يضخ في طريق أفقي ، بدلاً من الاتجاه الرأسي الذي تؤثر فيه قوة الجاذبية المضاعفة الساحقة . وبذا يستطيع الإنسان المدرب والمزود بطرق الوقاية السليمة أن يتحمل هذه القوة بالرغم من زيادة وزن الدم إلى ثمانية أو عشرة أمثال وزنه العادي ، ويقوم في نفس الوقت بتأدية أعماله بدقة فائقة وهو يتلقى هذا الجزاء .

وقد كان عليّ في أحد الأيام أن أستمع لأصوات ألن شبرد وفيرجيل جريسوم أثناء عودتهما من الفضاء لأتحقق من قوة البأس الهائلة التي يمتاز بها روادنا الفضائيون. وكان كل من هذين الرجلين قد أطلق في مسار دفعي بوساطة صاروخ من طراز مير كوري — ردستون . وقد كان الميل الكبير في مسار العودة إلى جوّ الأرض سبباً في زيادة قوى الجاذبية (السالبة) في ذلك الجزء من مسار الهبوط عنها في حالة الهبوط من الطيران المداري حيث كان المسار أكبر طولاً وأكثر انبساطاً . وقد تحمل كل من شبرد وجريسوم قوة تعادل ١٢ ج ، ومع ذلك كان في وسع كل منهم ، حتى عندما بلغت عجلة التباطؤ أعلى قيمة لها ، أن يشرف على أجهزة التحكم وأن ينادي قائلاً « حسن جداً احسن جداً ! حسن جداً ! » رغبة منه في طمأنة أولئك الذين كانوا ينتظرونه على الأرض عن حالته.

وقد تابع رواد الفضاء مير كوري، أثناء استعدادهم الطويل للطيران الفضائي، أربعة برامج رسمية لقوة الطرد المركزي بمعمل المجلة الطبي الطيراني في مركز التطوير الجوي للأسطول بجوهانسفيل بولاية بنسلفانيا . ويتركب جهاز الطرد المركزي من زورق بيضي الشكل مثبت على طرف ذراع ضخم من الصلب

يتصل بمحطة كبيرة للقوى تقع فى مركز غرفة متسعة . وركب كل من الرائدين الزورق ، كما ركب غيرهم من الطيارين ، ودار بهم بسرعة ليضغطهما بقسوة فى مضجعيهما المشكلين تبعاً لجسميهما .



(شكل ٢٧)
اختبار الطارد المركزى

وقد هُيىء الزورق بحيث كان يقلد العجلة الحقيقية من حيث تغير قوة الضغط مع الزمن سواء فى مسار الإطلاق إلى المدار أو مسار الهبوط من المدار. وكان الرائدان أثناء هذه التجارب يلبسان بدلة الضغط ، كما أن الزورق كان فى بعض الوقت يخلخل من الهواء إلى ما يقابل ارتفاعاً قدره ٢٨٫٠٠٠ قدم لتقليد الضغط داخل سفينة الفضاء ميركورى .

وقد اتضح أنه لابد لرواد الفضاء ، وهم يتعرضون للعجلة ، أن يتدربوا على وسيلة خاصة من وسائل التنفس بسبب الفترة الزمنية التى تستغرقها عمليتا الصعود والهبوط . حتى يقل احتمال عشى البصر الذى ينشأ عن نقص الأكسجين فى الدم . وقد اتضحت فى الأسابيع الأولى من هذا التدريب حاجة الرواد إلى

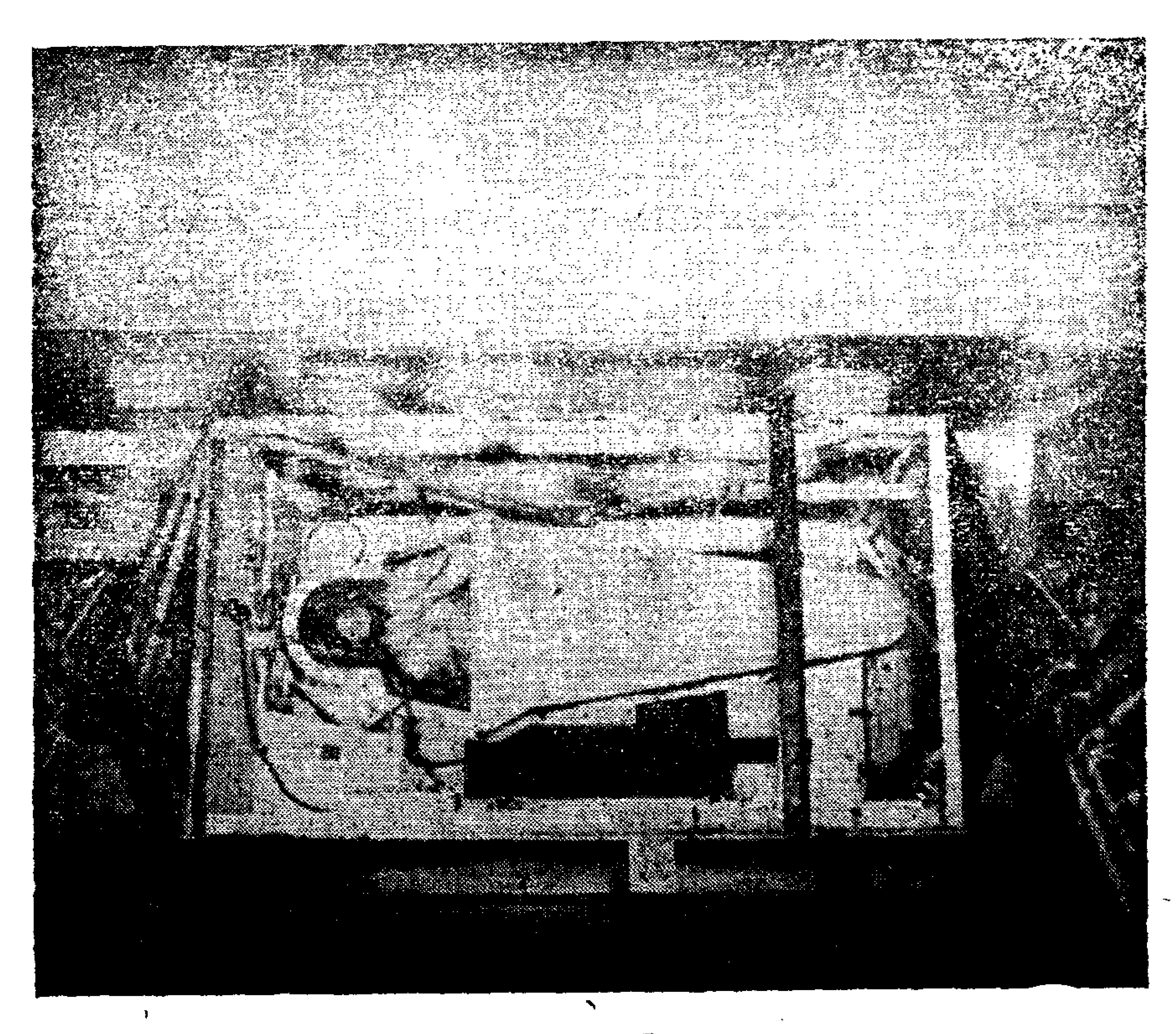
هذه الوسيلة التى استلزمت من كل منهم أدق درجات الاهتمام حتى يستطيع أن يجعل منها فعلاً انعكاسياً ذاتياً ، كما وجد أنها تصرف الرواد عن أداء الأعمال الموكولة إليهم . إلا أن عملية التنفس أصبحت فى النهاية ، مع استمرار التدريب والخبرة ، عملية ذاتية دون أن يجدوا أية صعوبة فى الإشراف على الآلات وتشغيل أجهزة التحكم . وقد استغرق ذلك من كل رائد للفضاء فترة إجمالية بلغت فى متوسطها خمساً وأربعين ساعة من التدريب .

وقد كان على رواد الفضاء أن يتابعوا عمليات تدريبية على جهاز الطرد المركزى تزيد فيها قوة الضغط عما ينتظر وقوعه فى عمليات الطيران الحقيقية بسبب احتمال حدوث انفجار فى أى وقت أثناء الصعود ، واحتمال الحاجة إلى تشغيل صاروخ الهرب فى الكبسولة ، واحتمال زيادة ميل المسار للهبوط عما كان مرسوماً له . وقد أجريت هذه العمليات التدريبية تحت ظروف بلغت فيها قوة الضغط ستة عشر ضعفاً من قوة الجاذبية . وقد أثبتت الحوادث فيما بعد أن هذه القوة تزيد على ضعف قوة الضغط التى يتلقاها رواد الفضاء فى العمليات الحقيقية

وقد أدى نجاح برنامج ميركورى وبراعة الأداء الجسمانى الذى أظهره رواد الفضاء، إلى الإقلال من ضرورة تحمل قوى الضغط العالية أثناء تدريب الرواد الجدد ، سواء فى برنامج جيمينى ، أو المول أو أبوللو ، أو البرامج المستقبلة . ومن الطريف أن بعضاً من المتطوعين ، إلى جانب العمليات التدريبية التى يتابعها رواد الفضاء ، ركبوا مختلف أجهزة الضغط المركزى عدة مرات ليتلقوا جزاء لا يمكن وصفه بأقل من شرير ، وتحملوا فى ذلك ضغوطاً زادت على ٢٠ ج.

كما أن بعض الرجال دخلوا أوعية غريبة محكمة القفل أطلق عليها اسم « المفاصل الحديدية » ، وبدت للعالم أجمع كما لو كانت من آلات التعذيب الشيطانية التى كانت تستعمل فى العصور الوسطى ، إذ كان الوعاء الذى صنع على هيئة جسم الإنسان يحوى بداخله رجلاً يحيط به الماء من جميع النواحى .

فلما اقتنع الأطباء بأن غمر الجسم فى الماء يزيد من قدرة الإنسان على تحمل قوى الضغط ج ، أعلنوا عن حاجاتهم إلى متطوعين ، واستجاب ، كما يحدث دائماً ، عدد يزيد على العدد الكافى ، مظهرين استعدادهم لمواجهة قوى الضغط والهرس فى سبيل علم الطب. وقد أجريت هذه الاختبارات أساساً لجمع أكبر كمية من الحقائق عن مدى تحمل الإنسان للقوى ج بالرغم من أن عمليات التدريب المائية على أجهزة الضغط المركزى أثبتت بما لا يقبل الشك أن فى وسع الإنسان أن يتحمل من قوى الضغط ج ما يزيد كثيراً عما يستطيع أن يتحمله دون أن ينغمر جسمه فى الماء . على أن هذه العمليات لم تخطط فى الأصل لاستخدامها الحقيقى فى



(شكل ٢٨)

اختبارات قوى الضغط ج الموجبة القاسية داخل وعاء مملوء بالماء فى جهاز الطرد المركزى

الفضاء إذ أن خبرتنا المحدودة فى مجال انعدام الوزن قد أوضحت أن ظهور أى أى ثقب فى ذلك الوعاء يؤدى إلى ورطة مريعة داخل الكبسولة . فلا يود أحد أن يبقى فى كبسولة مليئة بكريات للماء المائعة فيها ، والتى درجت على على سد المنخرين ، والتسبب فى ظهور محنة ميكانيكية للأجهزة الحساسة .

وقد واجه علم الطب منذ عدة سنوات مضت مشكلتين دقيقتين فى مجالى الطيران الجوى والطيران الفضائى ، كانتا تدوران حول نفس المشكلة — ألا وهى مشكلة عجلة التباطؤ الساحقة . وهى نوع من العجلة يتعرض لها الطيار عندما يضطر إلى القفز من طائرة أصابها التلف وهى تطير بسرعات تفوق سرعة الصوت ، وكأنه انفجر فى لفحة ريح عاصفة مدمرة ، مما يفرض على جسمه قوة وحشية من قوة ج بسبب عجلة التباطؤ التى يتعرض لها . ثم لازالت هناك صدمة أخرى فى انتظاره تنتج عند افتتاح المظلة الواقية . فإذا تم هذا الفتح بسرعة كبيرة ، فقد تبلغ القوة الناتجة مايكفى لقتل الرجل .

وقد ظهر من الدراسة أن نفس المشكلة فيما عدا التعرض للفحة الريح ، تواجه رجل الفضاء نتيجة لعجلة التباطؤ الفجائية التى تطرأ على كبسولة الفضاء أثناء الهبوط . فقد ذكر الكولونيل جون ستاب فى تقرير له أعده فى أوائل عام ١٩٥٨ : « إنه من الممكن أن يتحمل الإنسان قوة تباطؤية تعمل فى اتجاه مستعرض ، تبلغ قيمتها ٤٠ ج لفترة تقل عن نصف ثانية ، دون أن يصاب بأذى ، مما يهىء هامشاً عريضاً لافتتاح مظلة هبوط الكبسولة المحملة بالإنسان . فإذا مادخلت الكبسولة الجو الديناميكى الهوائى أصبحت المشكلة هى نفس المشكلة الخاصة بالقفز من الطائرة .

ولابد أن الكونيل ستاب ومعاونيه من الأطباء قد صاغوا قرارتهم بناء على نتائج اختبارات أجريت على حيوانات دفعت على أجزاء طويلة من مسارات الاختبار وهى تركب عربات تدفعها الصواريخ . حتى إذا ماتوقفت

الصواريخ المسيرة للعربات عند سرعات تقرب من سرعة الصوت ، أو تزيد عليها فى بعض الأحيان ، تعرضت العربت وركابها إلى عجلة تباطؤية بوساطة فرامل مائية أساسها القصور الذاتى . وهى عبارة عن منشلة تقع تحت الفراملة، وتنغمس فى حوض مملوء بالماء يقع بين القضيبين ، فتلتقط الماء لتلقى به خلال قوس يحصر زاوية مقدارها ٩٠ درجة .

وقد استخدمت لهذا الغرض حيوانات مخدّرة . وذكر الكولونل ستاب: « عندما كان الحيوان مواجهاً مؤخرة العربة ، وبذا تعمل القوة المستعرضة من الصدر إلى الظهر ، نتجت إصابة شديدة غير قاتلة من التعرض لقوة ضاغطة بلغت ٢٤٢ جـ ، بمعدل ١٦٫٥٠٠جـ فى الثانية . وهذا يعنى أن الإنسان المقيد تقييداً مناسباً داخل الكبسولة بحيث يواجه المؤخرة فى وضع مستعرض شبه استلقائى يستطيع أن يقاوم صدمة ناتجة من سرعة قدرها ٨٠ عقدة (٩٢ ميلاً فى الساعة) عند الهبوط على تربة عادية ما لم تخذله الكبسولة ذاتها بتهشمها عليه . أما القوى الناتجة فى هذه الحالة فستكون حوالى نصف الإصابة التى حدثت فى الحيوانات » .

وقد أنهى الكولونل ستاب تقريره بأن : « هذه النتائج توحى باعتماد الطيران الفضائى للسفن المحملة بالبشر على البحوث الديناميكية الحيوية . فلا يمكن الغاء قوانين نيوتن الثلاثة للحركة ، أو استبعاد نتائجها المعروفة عن أية مادة تصنع منها كبسولات الفضاء . إلا أن نتائج التجارب قد أوضحت وجود هوامش عريضة لحدود سلامة الإنسان فى مجال العوامل الديناميكية الحيوية ، تكفى لحل مشاكل الطيران الفضائى للسفن المحملة بالبشر » .

وقد بدت الحلول قاطعة . إلا أن الكولونيل ستاب لم يصل إلى كثير من قراراته من إطلاقات الدربات الصاروخية المحملة بالحيوانات ، أو حتى من المتطوعين

البشريين . ففى صباح أحد الأيام الصحوة من ديسمبر عام ١٩٥٤ ، قام ستاب برفع الفكر الدراسى فى هذا الموضوع إلى أعلى مراتب الحقيقة . فقد كان هو شخصياً على وشك القيام بأخطر عملية مروعة من عمليات الركوب قام بها إنسان .

وقد ذكر الكابتن جوزيف كيتنجر الصغير ، طيار الاختبار بالسلاح الجوى ، والذى كان يراقب الاختبارات من طائرة نفاثة تطير فوق هذه الاختبارات :

« كان الدافع لإجراء الاختبار هو نفس الدافع الذى كان يدفع الكولونل كل مرة . فقد كان من المقرر أن تكشف تلك العملية الخيالية وما يصحبها من عجلة تباطؤية كان من المفروض أن يتعرض لها عن طريق هذا الاختبار العلمى ، كان من المقرر أن تكشف له ولإخصائيى طب الطيران عن أقصى حد ممكن لتحمل جسم الإنسان الذى قد يضطر للقفز عند سرعات تفوق سرعة الصوت . وكان من المقرر أن تمدنا المعلومات التى نحصل عليها بمقياس للبقاء على قيد الحياة . وهذا يعنى تقديم نموذج للناس يستطيعون به إنقاذ حياتهم ، فيعيش الناس الذين قد يموتون ، واعتبر هذا سبباً كافياً لقبول ستاب شخصياً القيام بأية مجازفة ولو كانت على حساب حياته .

« ولذا فقد قام التكنولوجيون والأطباء فى ١٠ ديسمبر عام ١٩٥٤ بربط الكولونل فى مقعد طيار ثبت فى مركبة صغيرة كانت قريبة من أحد طرفى طريق قضيبى . وكانت تنتظر خلف هذه المركبة مركبة أخرى شبيهة بها ، إلا أنها كانت مزودة بتسعة من الصواريخ الضخمة تولد ، إذا أشعلت ، قوة دفعية مقدارها ٤٠٫٠٠٠ رطل . وكان ستاب ، قبل ذلك بأقل من عام ، قد اندفع فى مركبة من هذا النوع ، تقل طاقتها عن ذلك ، بسرعة كان أقصاها

٤٢١ ميلاً في الساعة . وقد كان يأمل هذه للمرة أن تزيد السرعة بمقدار ٢٠٠ ميل في الساعة ليضرب الرقم القياسي في السرعة المدمرة [1] » .

وقد خلت الصفحات الأولى في الجرائد التي كانت تنشر التقارير عن الرحلات المدارية بتفاصيلها المثيرة ، خلت تماماً من الإشارة إلى الاستعدادات الطويلة ، القاتلة أحياناً ، التي يقوم بها عدد كبير من الرجال في سبيل تحقيق هذه الطيرانات المدارية . ومن المؤكد أن غمرة من الشك قد ساورت الكولونل ستاب في ذلك الصباح الموعود من ديسمبر ، فإن الجزاء الذي كان يوشك أن يتلقاه أكبر وأشد من أي جزاء وقع أو ينتظر وقوعه في مجال الطيران الفضائي للسفن المحملة بالبشر .. شكوك لم يكن من الممكن تفاديها ، فإن ستاب الذي اشتهر بشجاعته الفائقة كان في نفس الوقت كائناً بشرياً له إحساساته ومخاوفه العادية .

وكان هذا الرجل البارع ، المعتدل الطباع ، قد تلقى في عملية اختبارية سابقة جزاء عنيفاً استغرق ربعاً كاملاً من الثانية من قوة تباطؤية مقدارها ٤٦٫٢ ج فرضت على جسمه وزناً يقرب من أربعة أطنان . وفي تلك اللحظة بلغت كثافة الدم في رأسه ، وفي مخه ، وفي شريانه وأوردته وشعيراته كثافة الحديد المنصهر الخامل .

كما اتضح من التاريخ الطبي لهذا العالم — في عمليات تجريبية سابقة من هذا النوع — أنه أصيب بكسر في أحد ضلوعه ، وكسرين منفصلين في معصمه الأيمن ، وعدد من حوادث ارتجاج المخ ، ونزيف قوي في شبكية عينه اليمنى ، وصداع رهيب ظل يسحق رأسه ما يزيد على اثنين وسبعين ساعة متواصلة .

---

(١) من كتاب ألفه الكابتن جوزيف كيتنجر الصغير بالاشتراك مع مارتن كيدين بعنوان Long Lonely Leap عام ١٩٦١ ، نيويورك .

كما اعتاد أن يرى أكتافه وصدره وقد شوهتها قرح دموية فى حجم الدايم[١] نتجت عن حبوب الرمال التى كانت تخترق ملابسه وهو يتسارع فى مركبته الصغيرة فوق القضبان .

وقد عاد الكابتن كيتنجر يقول :

«ووصل العد التنازلى إلى الصفر ، وقام التكنولوجيون فى الحصن الصغير القائم بجوار القضبان بقفل المفتاح الكهربائى . وفى لحظة انفجر بركان ، إذ تصاعدت جبال هائلة من الدخان ، واندلعت فى نفس اللحظة ألسنة رهيبة من اللهب الأحمر والبرتقالى ، وتفجرت المركبتان على القضبان بصوت قوى مفزع يصم الآذان ، وأدى انفجار اللهب المروع إلى دفع المركب الصغير الذى كان يزن ٢٫٠٠٠ رطل .

« وفوق ذلك المنظر هبطت من السماء طائرة نفاثة من طراز لوكهيد ت — ٣٥ ، تحاول أن تلحق بالمركبة لتراقب العملية . وضغط الطيار على عصا القيادة إلى الأمام حتى نهاية الشوط لتصل سرعة الطائرة إلى مايزيد على ٣٠٠ ميل فى الساعة . وقد تمكنت الطائرة من أن تسبق المركبة لمدة ثلاث ثوان ، ثم التفت قائد الطائرة إلى أسفل ناحية السعير الملتهب الذى تقذفه الصواريخ ليجد أنه من المستحيل عليه أن يصدق أن رجلاً يجلس طواعيةً واختيارا فى مقدمة ذلك الوحش الكاسر .

« وأعلم ذلك ، فقد كنت أنا بنفسى أقود تلك الطائرة ، ولن أنسى ما حييت ذلك الرعب الفظيع الذى شعرت به فى تلك اللحظة التى اندفع فيها الكولونل ستاب فى سرعة القذيفة بعيداً عن طائرتى المسرعة »[٢]

---

(١) الدايم هو قطعة نقدية عبارة عن عشر الدولار .

(٢) نفس المرجع السابق

واصطدم جون بول ستاب وهو فى عربته المندفعة بالحاجز المائى بقوة خيالية . وكانت سرعة المركبة عند الاصطدام بالحاجز ٩٢٧ قدماً فى الثانية — أى تسعة أعشار سرعة الصوت .

وبلغ معدل بداية العجلة التباطؤية للكولونل ٦٠٠ ج فى الثانية ، كما بلغت فى متوسطها ٢٥ ج أو أكثر لمدة زادت على ثانية ، وكانت أقصى قيمة لها ٣٥ ج و ٤٠ ج .

فكم كانت شدة الصدمة ؟ ولنعتبر أن سرعة الكولونل ستاب قد بلغت ٦٢١ ميلاً فى الساعة . ويعادل ذلك طيراناً على ارتفاع ٤٠٫٠٠٠ قدم بسرعة ١٫٠٠٠ ميل فى الساعة .

وبهذه السرعة الهائلة توقف ستاب عن الحركة تماماً فى خلال ١٫٤ من الثوانى .

وقام العلماء بحساب هذه العجلة التباطؤية الساحقة للعظام بالألفاظ العادية فذكروا أن ستاب قد تحمل « ما كان يتلقاه سائق السيارة لو أنه اصطدم بحائط من الطوب الجامد وهو يجرى بسرعة ١٢٠ ميلاً فى الساعة »

وأصيب ستاب بما كان متوقعاً له من إصابات مثل رضوض القشاط والقروح الدموية . كما شعر بآلام مبرحة فى عينيه . وكان بصره عند دخوله فى حوض الماء ، على حد تعبيره ، «مثل سمكة من السلمون ترتعش» شعر بعدها بإحساس فى عينيه أشبه بألم خلع الضرس بدون تخدير »

كما ذكر ستاب أنه « لم يكن هناك قطع للبصر أو إحساس بتشنج الشبكية كما حدث لى فى عام ١٩٥١ بعد أن قمت بتجربة أصبت فيها بنزيف فى الشبكية . وبالرغم مما أصابنى من احتقان فى القنوات الأنفية ، وانسداد فى الجيوب الأنفية ، وبحة فى صوتى ، وكحة متقاطعة بسبب احتقان فى الحنجرة ، وإحساس الحروق العادى بسبب سحجات القشاط ، إلا أنى شعرت بالارتياح

والرضا لإتمام التجربة بعد أن اتضح لى أن البصر لم يصب بأى تلف » .

واستعاد ستاب بصره بعد مضى تسع دقائق من نهاية التجربة .

ولم تمض سوى ثلاثين دقيقة بعد ذلك حتى ركب سيارته بنفسه ليصل إلى مطعم القاعدة لتناول غذائه العادى كما يفعل كل يوم .

وبهذا أدرك عدد كبير من الرجال ، سينطلق بعض منهم فى يوم من الأيام من هذه الأرض ، أن العجلة التباطؤية لم تعد القاتل الذى كانوا يرهبونه .

« إلهى ، دعنى الآن فى رعايتك . . . »

بينما كان الكولونل ستاب يندفع بصواريخه على القضبان الحديدية الممتدة عبر الصحراء ليقوم بمجازفته التاريخية فى التوقف الاصطدامى الساحق ، كانت إحدى الطائرات النفاثة تمرق فوقه . وفى خلال ثوان شهد قائدها اللهب المتأجج فى مؤخرة صواريخ المركبة الصغيرة . كان ذلك الطيار ، كما نعلم ، هو الكابتن جوزيف كيتنجر الصغير . وقد عين فى عام ١٩٥٤ فى وظيفة طيار اختبار لعمليات انعدام الجاذبية وغيرها من عمليات الاختبار تابعاً للسلاح الجوى ، تحت إدارة الكولونل ستاب . ولم يكن أحد يتنبأ فى ذلك الوقت أن كيتنجر سيضرب سلسلة من الأرقام القياسية فى الطيران كان لها أكبر الأثر فى صناعة المعدات والوسائل اللازمة للإبقاء على حياة الطيارين ورواد الفضاء على حد سواء .

على أن الغرابة فى ذلك أن المجهودات الضخمة التى ساهم بها كيتنجر لم تكن فى حدود عمله كطيار للاختبار ، ولكنها جاءت نتيجة لعمله كواحد من رجال المظلات خطا أوسع خطوة فى العالم ، بدأت بضرب الرقم القياسى لارتفاع الطيران حين وصل إلى ارتفاع ١٠٢,٨٠٠ قدم فوق الأرض ، فكان ذلك بداية لعملية هبوط رائعة نحو سطح الكوكب ، هبوط استمر ٤ دقائق و٣٨ ثانية قبل أن تفتح مظلة كيتنجر الواقية .

وقد توصل علم الطب فى أواسط وأواخر السنين الخمسينات إلى صناعة وسائل الإبقاء على حياة الإنسان فى البيئة الغريبة عنه ، التى تمكن على ارتفاع عشرة أميال فأكثر من سطح الأرض ، حيث لايوجد من الهواء ما يكفى للتنفس ولايكفى حتى ضغطه لمنع الإصابة التى قد تبلغ حد الموت عن الرجل الذى يغلى جسمه تحت هذا الضغط الضئيل وينفجر بعنف من داخله إذا فقد فى أية لحظة بيئته الواقية . وقد تعاون الأطباء والتكنولوجيون جنباً إلى جنب فى إنتاج بدل الضغط لأولئك الرجال الذين حلقوا عند هذه الارتفاعات ، بدل تحوى بداخلها مدداً من الأكسجين ، وأجهزة للتحكم فى درجة الحرارة ، وغير ذلك من الوسائل التى لاتبقى على حياتهم فحسب ، بل تسمح لهم علاوة على ذلك بأداء أعمالهم التى يكلفون بها .

إلا أنه قد يحين الوقت الذى يضطر فيه الإنسان لمغادرة طائرته وهو على ارتفاع شاهق يتراوح بين ٥٠٫٠٠٠ و ١٠٠٫٠٠٠ قدم من سطح الأرض . فإذا قذف الإنسان نفسه من طائرة أصابها عطب ، وهى على هذا الارتفاع ، فيغلب أن يصاب بفقد الوعى عندما يصل إلى الطبقات الدنيا من الهواء الكثيف . وقد زود التكنولوجيون مظلته الواقية بحيث تنفتح تلقائياً عندما يهبط إلى ارتفاع يتراوح بين ١٤٫٠٠٠ و ٢٠٫٠٠٠ قدم فوق سطح الأرض. صنعوا كل هذا . ولكن كل هذا لم يكن كافياً . فقد كان عالم الطيران الجديد الكائن على الأعتاب الدنيا للفضاء ، عالماً خالياً تماماً من محيط الهواء الكثيف الذى طار الإنسان خلاله سنين طويله . ولم تكن للخبرة الماضية فى هذه المناطق قيمة تذكر ، إذ أن طبيعة هذا الوحش الكاسر كانت تتطلب فلسفة جديدة كاملة للحفاظ على حياة الإنسان إذا رغبنا فى عودته سالماً من حافة الفضاء إلى الأرض .

وقد بدأ سلاح الطيران فى القيام بمشروع عرف باسم برنامج إكسلسيور

يهدف إلى إيجاد وسيلة لضمان بقاء الإنسان حياً على ارتفاعات عشرين ميلاً فوق سطح الأرض ، وفى أثناء الهبوط الحر فى طريق العودة الطويل إلى الأرض .
ولم تكن الحاجة ماسة من أجل سلامة الطيارين الذين يقطعون هذا الفضاء فى طائراتهم فحسب ، ولكن من أجل الإبقاء على حياة رواد فضاء المستقبل على السواء .

وها هو برنامج جيميني يقدم لنا مثلاً حياً لاستخدام أجهزة الطائرة الخاصة بهرب الطيار والإبقاء على حياته .وقد سبقت الإشارة على هذه الصفحات إلى أن الفضاء يبدأ من ارتفاع ست بوصات ، ولا يهمنا قيد أنملة سواء كانت هذه الأجهزة من معدات الطائرة أو من معدات سفينة الفضاء . فإن الكارثة إذا حدثت بسبب الخروج من الجو يمكن أن تقع على ارتفاع ستين ألف قدم أو على ارتفاع ستين ميلاً سواء بسواء .

فإذا قذف إنسان نفسه ، سواء كان ذلك من طائرة تعمل على ارتفاعات كبيرة أو من سفينة تسبح فى الفضاء ، فإن حياته تتوقف كلية على وثوقية مظلته الواقية . إلا أن مظلة الهبوط لم تكن ، على النحو الذى صنعت به فى ذلك الوقت ، تكفى لضمان حياة هؤلاء الرجال .

فقد كان يكمن عند الارتفاعات البعيدة العالية قاتل ، فى وسعه أن يحطم نفسية أكثر رجال القفز بالمظلات مهارة بالفزع أولاً ثم بالرعب القاتل الذى يملأ قلوبهم . وفى وسعه ، من الناحية النفسية ، أن يوقع عليه جزاء رهيباً قد يصل إلى القتل .

وكان القاتل هو نزعة فى جسم الإنسان الهابط هبوطاً حراً إلى الفضاء بسرعة متزايدة أثناء سقوطه من الارتفاع الشاهق . ولم تكن هذه النزعة مجرد دوران للجسم على نحو ما يدركه الإنسان ويستطيع مواجهته

والتغلب عليه بالتفكير ، ولكنها نزعة لِلَفٍّ سريعٍ جداً قد يصل إلى درجة العنف والقتـل .

فإن الرجل الهابط فى الهواء المجرد من ارتفاع شاهق يبلـغ ٨٣٫٠٠٠ قدم قد يلف حول محوره الرأسى بمعـــدل ٤٥٠ لفة فى الدقيقة عندما يكون فى وضع انبطاحى .

وفى وسع هذا اللف السريع بهذا العنف أن يحيل باطن رأس الإنسان إلى بطيخة مبتلة ملطخـة بالدماء .

وكان لا بد من أن يقوم شخص ما بتعريض نفسه لسلسلة من القفزات الحقيقية من حافة الفضاء ، ليحدد ما إذا كان الإنســان يستطيـع بغـير المعدات التى كان يحملها على جسمه ، أن يحافظ على توازنه أثناء هذا النوع من الهبوط الطويل . ولم يكن يستطيع فتـح مظلته الواقية عنـد الارتفاعات الكبيرة ، إذ أنها تهيم فى الهواء الرقيق كحزمة لا يرجى منها أى نفع على الإطلاق . فإذا ما دخل الإنسان فى الهواء الكثيف فإن سرعته تـكون قـد بلغت حداً من الكبر تنفتح عنده المظلة بصدمة تبلغ من القوة ما يكفى لتمزيق المظلة إرباً وقتل الرجل فوراً .

كان لا بد من أن يهبط شخص ما — وكان هذا هو اللغـــز .

كان لا بد لشخص ما أن يصعد إلى هناك يحمل معـه مظلة واقية جـديدة صغيرة ثورية تعمل على حفظ توازن الشخص — ولم يكن الهدف منها سوى حفظ التوازن لتحاشى عملية اللف القاتل إلى أن يصل هذا الشخص إلى الهواء القريب ، حيث تنفتح مظلته الواقية الرئيسية بأمان تام . وكان على شخص ما أن يذهب إلى حافة الفضاء بهذه المظلة الصغيرة .

كان عليه بعد ذلك أن يقفز . وهذا ما فعله كيتنجر ثلاث مرات .

صعد فى زورق معلق تحت منطاد وصل لأول مرة إلى ارتفاع قدره ٧٦٫٤٠٠

قدم. إلا أن شيئاً ما أخفق فى معداته ، طرأ خلل فيها، ومر «جو كيتنجر» بأقصى تجربة وهو يراقب مظلته تهيم كالثعبان المجنون حول جسمه ، ثم أخذت الحبال المجدولة تزحف حول ساقيه وذراعيه ، وما لبث أن التفت حول عنقه . فلما وصل إلى طبقات الهواء الكثيف أطبقت عليه الحبال بخية قاتلة . وقد كافح كيتنجر بشجاعة لفتح مظلة الطوارئ الصغيرة المربوطة إلى صدره . إلا أن الفرصة لم تهيأ له إطلاقاً .

وسمع وطء أقدام القاتل اللينة وهى تندفع نحوه . بدأت بترديد العبارة سويش! سويش ! سويش ! مرت ثوان كثيرة قبل أن يدرك علاماته ، فقد أيقن أنه وقع فى شرك اللف القاتل . وارتفعت الأصوات سويش ! بالتدريج . كان الصوت صوت الهواء الذى يندفع حول رأسه وهو يلف لفاً عنيفاً .

وأدرك كيتنجر أنه خاسر معركته لإنقاذ حياته عندما بدأت العتمة تزحف لى بصره الذى أخذ يضعف عندما بدأت القوى المخيفة تؤثر على عينيه . وهو يذكر ما أصاب بصره من الاحمرار ثم من الاسوداد ، وأدرك أنه ذاهب إلى الموت لا محالة .

فلما هبط إلى طبقات أوطأ فقد وعيه . وأخذ جسمه يرتج بعنف . ثم قام الجهاز التلقائى بفتح مظلة الطوارئ الصغيرة . وكان المفروض ألا تكون لها فائدة فى هذا الموقف . إلا أن واحداً من التكنولوجيين كان قد أجرى تعديلاً فى المظلة فانفتحت محدثة صوتاً سمع على مدى أميال على الأرض . وكان جسم كيتنجر يلف بعنف بينما كانت الحبال المجدولة تنفرد ، فعاد إلى رشده ليرى مظلة الطوارئ تطفو فوقه ، فكان ذلك سبباً فى فرحة لم يكن من السهل التعبير عنها . وبعد دقائق وصل سالماً إلى الأرض بالرغم من أن المظلة الرئيسية ما زالت مطوية حول رقبته .

وعاد للمرة الثالثة . وفى طريقه إلى مكان القفز طرأ خلل على قفاز الضغط

الأيمن . وقد تحول الألم الذى أصاب يده فى الهواء المجرد والبرد الرهيب — إذ تبلغ البرودة ١١٠ درجات فهرنهيتية تحت الصفر — إلى رعب هائل . وكان ذلك فى يده اليمنى بالذات التى كان المفروض أن يشغل بوساطتها مظلة الطوارئ فيما لو طرأ خلل فى شىء آخر . ولم يذكر كيتنجر شيئاً مما حدث إلى المراقبين الأرضيين الذين كانوا يشرفون على عملية صعوده . فلم يكن هو من هذا النوع من الناس .

ووقف بها فى نهاية المطاف فى زورق مفتوح تحت سحابة من البلاستيك ترتج من كل جانب . كان قد صعد إلى ١٠٢,٨٠٠ قدم فوق سطح الأرض ، حيث كان ٩٩,٧ فى المائة من جو الكوكب يقع تحت قدميه . نظر حواليه إلى عالم لم يكن مألوفاً له ، نظر إلى كوكب يحده حرف منحن وتحيط به هوة سحيقة من الظلام ، فبدا له أن ستار ظلمة الفضاء قد اقتربت منه بحيث يمكنه لمسها .

وهناك فى الأعالى ، كان كيتنجر « وحيداً مع الله » على حد قوله لى ، ثم صلى فى صمت وبحماس قائلا :

« إلهى ، دعنى الآن فى رعايتك . . . » .

ثم قفز .

فلما هبط مسافة ميلين نحو الأرض ، كان جسمه يسقط بسرعة ٧٠٢ ميل فى الساعة ، أى أنه كان يسقط فى هـــذا الهواء الرقيق بسرعة تزيد على سرعة الصوت .

وانفتحت مظلة التوازن الصغيرة . إلا أنها لم تكد تؤثر على سرعة سقوطه الهائلة ، ولكنها حفظت له توازن جسمه . . حفظت توازنه حفظاً

تاماً لدرجة أن كيتنجر استطاع أن يمد أحد ذراعيه وأحد ساقيه ثم يدور ليهبط واقفاً على دايم[1] .

وقد كان مشروع إكسلسيور بالطبع حدثاً لأشياء كثيرة ـ حدثاً في الشجاعة والمهارة والتـكريس ، حدثاً لهدف ، حدثاً في تاريخ الرجال الذين كان كيتنجر يعمل معهم ، والذين بذلوا كل ما في وسعهم ليضمنوا له عوداً سليماً معافى .

كانوا رجالاً أفاضل ، أفاضل إلى آخر حدود الفضل . فقد عاد جو وعلى وجهه المنمش دلائل الفرح والبهجة .

فلما أتم برنامج إكسلسيور مهمته بنجاح ، نقش رمز جديد للإبقاء على الحياة في مجال الطيران العالى والخارجي . فقد كان للعمل الرائد الذى أداه الـكابتن كيتنجر بمنتهى الروعة تطبيقاته في مجال الملاحة الفلـكية ، كما يرجى له أن يؤدى إلى إنتاج جهاز للهرب والإبقاء على الحياة لسفن الفضاء التى تعمل فى أقاصى الارتفاعات الجوية .

ولما كانت سفن الفضاء جيمينى تستخدم مقاعد للقذف من الطراز الذى تستخدمه الطائرات المقاتلة ، وكانت طريقة الهرب مصممة على أساس الهبوط الحر طويل المدى لرواد الفضاء ، فقد زود الملاحون فى الوقت الحاضر بمظلة واقية لحفظ التوازن من طراز جديد . هى صيحة بعيدة عن المظلات الواقية المألوفة ، وتهدف ، على غرار مظلة التوازن التى استخدمها كيتنجر ، إلى منع جسم الرجل الهابط هبوطاً حراً طويل المدى من شر اللف القاتل . وقد أطلق عليها اسم « البالون الواقى (الباليوت)[2] ، وهى عبارة عن بالون يشبه فى شكله النحلة اللفافة التى يلهو بها الأطفال ، إذا انتفخت وانتشرت فوق ربطة مظلة

---

(١) يقصد مساحة صغيرة

(٢) الباليوت كلمة ناتجة من إدماج كلمة Balloon بمعنى بالون مع كلمة Parchute بمعنى المظلة الواقية لتصبح Ballute .

رائد الفضاء الواقية كان اتساع قطرها ثمانى عشرة بوصة وطولها قدمين .
وتختلف الباليوت عن المظلة التقليدية المصنوعة من نسيج النايلون فى أنها تتكون من نسيج مخلوط بالمطاط قابل للانتفاخ .

وتحفظ الباليوت من غير انتفاخ أثناء القفز ، وتخزن داخل مقعد القفظ .
فإذا ماانفجر المقعد وابتعد عن طريق جيميني وصاروخها الدافع انفصل رائد الفضاء من المقعد . فيعمل الانفصال من تلقاء نفسه على نفخ الباليوت وتتبع فى هبوطها مسار رائد الفضاء من تحتها لتمده بعجلة تباطؤية رقيقة وهى تحفظ توازنه خلال هبوطه الحر طويل المدى .

فإذا ما وصل رائد الفضاء إلى ارتفاع محـــدد (من ١٤٫٠٠٠ قدم إلى ٢٠٫٠٠٠قدم) قام جهاز خاص بفعل ضغط الهواء بتفجير شحنة من المتفجرات، فتنطلق رصاصة من الربطة المثبتة على ظهر رائد الفضاء تعرض المظلة الواقية لتيار الهواء ، وتستمر المظلة الواقية بالطريقة التقليدية فى التفتح إلى أن تنتشر بثبات تهيئه لهبوط عادى بالمظلة الواقية .

وبهذا نسكون قد أكملنا الصورة . فقد كان الطيارون الأوائل الذين هبطوا من السماء تحت مظلاتهم الواقية ، كانوا من قائدى البالونات الذين أدوا أعمالهم الفذة بالقفز فى الهواء قبل عام ١٨٠٠ . ثم عاد العلم والتكنولوجيا الحديثان ، بعد مضى حوالى ٢٧٠ عاماً فى مجال الطيران — عصر الدفع إلى الفضاء — عاد من جديد لهذه الوسيلة القديمة لينقذ بها حياة رواد الفضاء .

الفصل التاسع

الرؤية طريق الإيمان

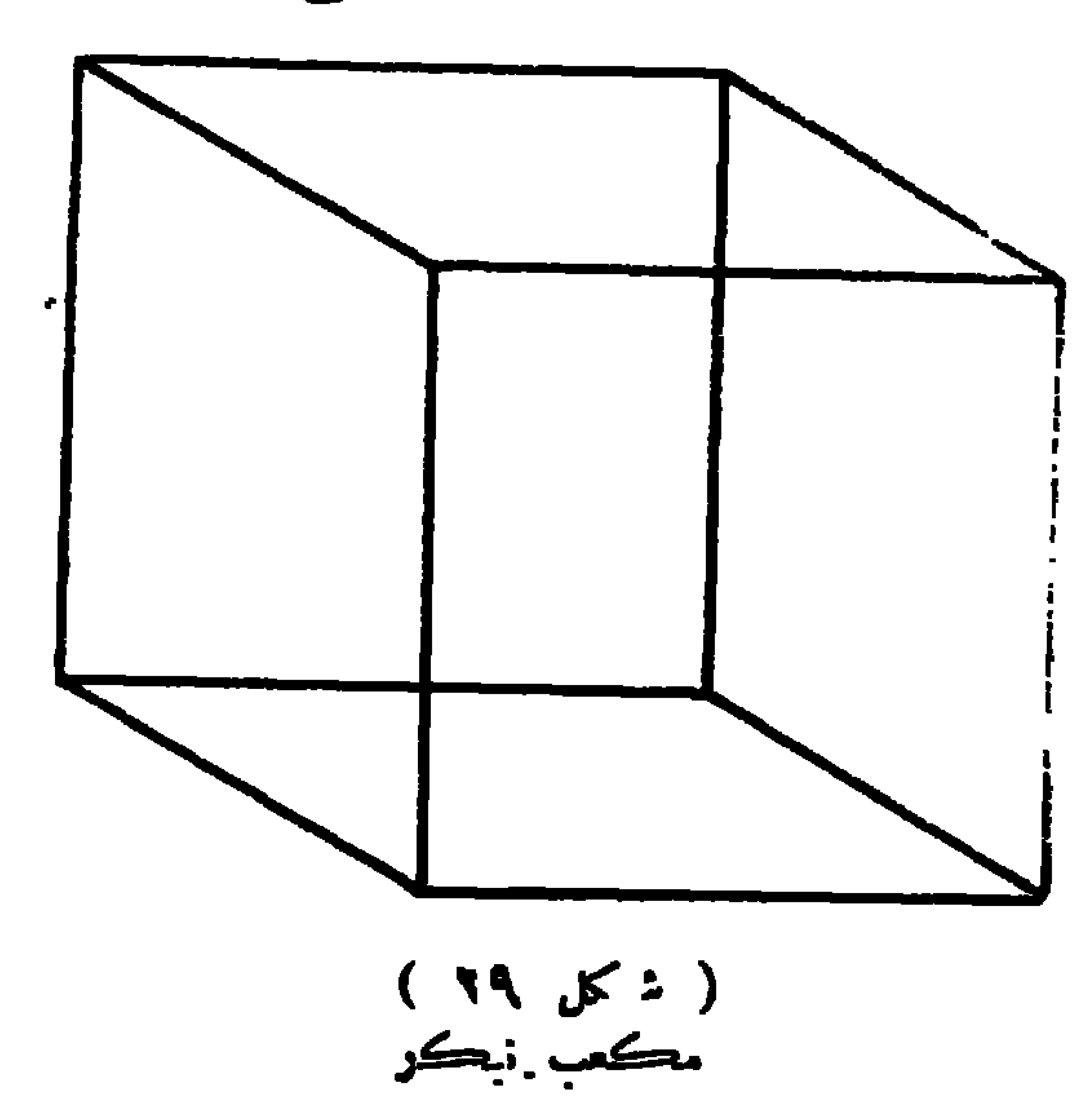
لامكان فى الفضاء للمثل القديم القائل بأنك لاتستطيع أن تصدق إلا ماتراه بعينيك ، فإنه من السهل أن تحكم على الأشياء وأنت على سطح الأرض ، وأنت تدرك كل شيء سواء كان قريباً منك أو بعيداً عنك . وتحت هذه الظروف تقع الدقة فى تقدير أبعاد الأشياء وأحجامها داخل حدود إمكانيات الراصد المدرب .

أما ظروف انعدام الجاذبية فى الفضاء ، وخاصة عندما يهجر رائد الفضاء سفينته ليسبح فى شيء من الخمول خلال الفراغ تحتضنه بدلة الضغط ، فإنه من الممكن أن تكون الرؤية صيحة بعيدة عن الإيمان . فقد أوضحت سلسلة من الاختبارات الواسعة التى قامت بها مجموعات منفصلة مستقلة كل منها عن الأخرى ، أوضحت أن خداع النظر سيكون إحدى المشاكل التى تقلق رواد الفضاء . ولهذا أهميته الكبرى من الناحية العلمية والطبية . فعليه يتوقف نجاح الرحلات الفضائية عندما يقوم الرجال بعمليات البناء ، وعندما يتحتم عليهم أن يتمكنوا من الإدراك الدقيق العمق .

ومن السهل خلق مشاكل الإدراك الحسى بقيام الفرد بدراسة مكعب نيكر . إنه من البساطة بمكان . . شكل مهيكل فى بعدين ، يسبب كدراً للناظر إليه بما يبدو عليه من عدم البقاء ساكناً أو التعرف عليه بوضوح . وستشعر وأنت تفحصه أنه يتحدك فى التعرف عليه بأن يعكس نفسه فجأة من حيث العمق .

يبدو هذا مستحيلاً لأن المكعب لايملك أى عمق . وفوق ذلك فهو

مجموعة من الخطوط مرسومة على فرخ من الورق . فهو مسطح بالطبع ، وليس فى وسع الشىء المسطح أن يضيف البعد الثالث — العمق . فمهما نظرت إلى مكعب نيكر ، فإنه ينتهى بجانب قريب وجانب بعيد . الأمر الذى يعنى أبعاداً ثلاثة . إلا أنك كلما طالت دراستك لهذا المكعب زاد ارتباكك ، لأن لدى المكعب حيلة الخداع التافهة ، حيلة إدارة نفسه ظهراً لوجه ، ثم وجهاً لظهر ، وهكذا دواليك . وعلى ذلك يصبح من المستحيل فرضاً ، إن



(شكل ٢٩)
مكعب نيكر

لم يكن حقيقة ، أن يتصور الفرد ببصره العادى أن يرى مكعب نيكر فى وضع مستقر وهو يقوم بدراسة هذه الخطوط المستقيمة البسيطة .

ولقد سخر كثير من الأطباء من هذه الآثار متهكمين بأن الأمر كله مجرد خداع للنظار . نعم هو خداع للنظر بطبيعة الحال . ذلك هو بيت القصيد فى هذا كله . ونحن نخاف من نفس هذا الخداع البصرى عندما يسبح رجل فى الفضاء ، تحت ظروف انعدام الوزن ، دون أن يكون فى وسعه ان يفرق بين فوق أو تحت ، أو الجانب أو القاع ، أو القمة أو أى شىء ، دون أية أمامية ومع اللانهاية بمثابة الخلفية الوحيدة .

والذبابة فى مرهم الفضاء ظاهرة سيكولوجية ، تعرف باسم «ثبات الحجم» ، وهى ظاهرة تبدو فيها الأشكال فى حجم منظور ثابت مهما كان بعدها من الناظر . فإذا لم تصدق فما عليك إلا أن تمد إحدى يديك بعيداً عن جسمك ، ثم تمد يدك الأخرى على ضعف المسافة الأولى . فهل ترى اختلافاً فى الحجم ؟ كلا . . .

ثم ها هو مكعب نيكر المتعب . أمسك بهذه الصفحة على بعد ذراع منك، ثم انظر إلى المكعب فقط . ستلاحظ عندئذ أنه يقلب نفسه ظهراً لوجه ، أو أنه يبدو كذلك على الأقل .

وها نحن نضع الخطط فى الوقت الحاضر لبناء محطات فضائية كبيرة تدور حول الأرض ويقيم فيها بشر . على أن لدينا الآن عدداً كبيراً محيراً من الاقتراحات لهذا البناء المستقبل ، مسكناً فوق مسكن ، للعلماء والمهندسين والتكنولوجيين والأطباء وغيرهم ممن سيرحلون إلى هذا المعمل الفريد فوق السماء . وقد تبنى المحطة على شكل عجلة كبيرة تشبه إطاراً داخلياً ضخماً . وقد يكون الإطار منتفخاً كالسجق أو رفيعاً كإطار الدراجة . وقد تتركب منه تجمعات من وحدات يربطها معاً هيكل مشبك . وستكون من مكوناتها أنابيب وأسطوانات من مختلف الأشكال .

وإذا كنا قد تعلمنا من مكعب نيكر شيئاً ما . وبقينا على علم بظاهرة ثبات الحجم ، ثم أخذنا فى الاعتبار كل عوامل الرؤية الصعبة التى يسببها انعدام الوزن ، والافتقار القريب من الكمال لأجسام المقارنة لإدراك العمق ، فإننا ننتظر أن تكون الرؤية بعيدة عن الإتيان . أضف إلى ذلك عاملاً آخر من عوامل الارتباك . . . فها نحن نضع الخطط لإدارة هذه المحطات بسبب المتاعب التى واجهناها فعلاً فى اختلال جهاز الدورة الدموية وغير ذلك من المشاكل . على أن تولد هذه الحركة الدورانية بالرغم من بطئها قوة طاردة

مركزية تشعر الرجال المقيمين داخل المحطة الفضائية بجاذبية جزئية .

إلا أن الحاجة لإدارة الأشياء ستكون فى نظر الرجل الذى يقترب من تلك المحطة مربكة إلى حد الجنون . فالمحطة تدور ، والرجل يقترب من المحطة باستمرار . وسيكون من مركبات المحطة مجموعة من الوصلات السجقية تنكمش وتتمدد ، ويؤدى دوران المحطة إلى دوران أركانها . وتأخذ الأشياء فى الحركة إلى الخارج لحظة ، ثم تبدو وكأنها تقصر فى اللحظة التالية . فإذا لم يتمكن الرجل من إدراك العمق الحقيقى ، عن طريق المقارنة : فكيف يستطيع أن يحدد بعد المحطة عن موضعه فى آية لحظة من اللحظات ؟

لا ندرى عن هذا الأمر شيئاً فى الوقت الحاضر بالذات . وقد أصيب إخصائيو البصر وعلماء النفس بصداع كلما حاولوا إيجاد حل لهذه المأساة بحيث يبقى ماهناك كما هو فى نظر رواد الفضاء بدلاً من أن يظهر لعيونهم كالمنفاخ البلاستيكى ينتفخ وينكمش .

وقد أوضح المهندس «فريد بدوود» ذلك بقوله : «إنه ليس من الضرورى أن تكون المحطة مكعباً مهيكلاً لتقوم بتلك الحركات المضللة . فإن أى أطار مضىء ، على أية صورة ، إذا وضع فى ظلمة الفضاء ، سيخضع لنفس هذه الخصائص المزعجة . علاوة على ذلك فإنه ليس من الممكن التخلص من الخدع البصرية باستخدام أشكال لاتبدو فى شكل الشبك . ولنضرب لذلك مثلاً بمحطة فى شكل الحامل الزهرى الذى كثيراً مايقترح — محطة بهذا الشكل تبدو فى عدة مناظر مختلفة تتغير مع تغيير زاوية الإضاءة . فقد تبدو فى بعض الأوقات بيضية ، بينما تبدو فى البعض الآخر على صورة شرائح أو قطع منفصلة»

وقد صنع علماء شركة لينج تيمكوفوت ، بدالاس فى ولاية تكساس ، بعض إمكانيات الاختبار المعقدة التى تساعد على التعمق فى دراسة الرؤية المشوهة المتوقعة فى الفضاء . وقد قرر هؤلاء العلماء «أن رواد الفضاء الذين

يعملون خارج كبسولاتهم سيجدون صعوبة كبرى فى تقدير بعد الأجسام الأخرى عنهم ولو كانوا على علم بأحجامها[1] » .

وقد أجرى هؤلاء العلماء تجاربهم فى غرفة مظلمة جهزت برصيف خال من الاحتكاك . وقد كان أمام أشخاص الاختبار الذين جلسوا على ذلك الرصيف حيز مظلم يزيد طوله على ثمانمائة قدم ، ينظرون خلالها إلى المعروضات التى كانت تسبح أمامهم فى الظلام ، ينظرون إليها بعينيهم أو بعين واحدة أو بالرمش أو بالشزر . إلا أن أشخاص الاختبار ، بمن فيهم من طيارين مهرة ، « لم يتمكنوا من تحديد بعد هذه المعروضات عندما كان حجم الصورة الشبكية هى المحك الوحيد المتاح لهم . وقد بلغت النسبة المئوية للخطأ فى تحديد بعد شبح فى صورة رجل ما بين ٢٤٧,٣ فى المائة » .

وقد أدت التجارب البصرية إلى القرار المحير بأنه لا يمكن الوصول إلى نتيجة محددة . فبعض الأشخاص قدروا المسافات بما يقل كثيراً عن قيمتها الحقيقية، بينما البعض الآخر قدروها بما يزيد كثيراً عن قيمتها الحقيقية. وأغرب من كل هذا أن معرفة حجم الأشياء لم يساعد على الدقة فى تقدير المسافات ، إذ لم يستطع أفراد الاختبار تقدير بعد رجل (حجم معروف) بدقة تزيد على دقة تقديرهم لبعد شىء آخر لم يكن من الميسور معرفة حجمه ، مثل كرة مضيئة .

وقد صمم تمثال صغير لرجل يبلغ طوله ثلاث بوصات ، تقليداً لرجل طوله ستة أقدام ، ووضع على مسافة ٦٠٠ قدم . وأضىء أثناء الاختبار بالضوء فوق البنفسجى وحده . فكان من الصعب على رواد الفضاء أن يحددوا ما إذا كانوا فى سبيلهم إلى التصادم أو الاتصال مع رجل الفضاء وهو يتحرك فى الغرفة المظلمة ، حتى أنهم فى بعض الحالات فقدوا القدرة على التوجيه وأصابهم الغثيان أثناء الاختبار .

---

(١) من مجلتهم Image بدلاس ، ولاية تكساس .

ويرى مهندسو الفضاء مشاكلهم الخاصة التى نشأت عن التعقيدات البصرية تحت ظروف مقلدة للرؤية الفضائية . ويعتقدون أن عملية التلاقى لن تتطلب من رواد الفضاء أقل من المهارة الدقيقة والتقدير السليم بحيث يكون إدراك العمق من متطلباتها الضرورية . على أن رواد الفضاء سيدركون ضرورة تقدير المعدلات الكبيرة للاقتراب ، وسيجدون فى بعض المراجع للنظورة ، مثـــل الأرض والشمس والقمر وبعض النجوم المعروفة ، عوناً قيماً فى تقديراتهم البصرية .

وسوف يتلقى رواد الفضاء بالطبع معونة لا يمكن تقييمها من الاتصال بين الإنسان والآلة . فها هى أجهزة الرادار التى زودت بها سفن الفضاء تقدم لهم ، علاوة على القرارات الدائمة لبعد أى جسم منها ، المعلومات المفصلة والمباشرة عن المسافات ومعدل الاقتراب وزاوية الجسم والتغير فى المسافات والزاوايا . . . وتتعقد الأمور إلى درجة كبيرة ، ويبدو ألا غنى عن كل المساعدات الممكنة من الرادار ومن الأضواء الومضة والملونة وغير ذلك من المساعدات البصربة ، فى عمليات الطيران خلال الفراغ ، التى تتضمن عمليات الاقتراب من الرجال الآخرين ، أو المعدات الأخرى . وقد جاء فى تقرير وضعه فريق العلماء فى شركة لينج تيمكوفوت « أن دقة الرصد البصرى ستؤثر فى تعقيد أجهزة القيادة واحتياجات الدفع الكلى اللازمة لمناورات الاقتراب . ومن أجل هذا كان من الضرورى أن يحدد الأداء البصرى نفس الدقة التى تتميز بها بيانات التصميمات الأخرى حتى تكلل الرحلات الفضائية بالنجاح المنشود . . . »

إلا أنه لازالت هناك مشكلة أخرى . فإنا نحكم على قدرات الرجال المعنيين على أساس تيقظهم التام وعدم تعرضهم لمشاكل أخرى ، مثل حالة معتدلة من نقص الأكسجين . فالرجال الذين يسبحون فى الفضاء ، أو الموجودون

داخل كبسولاتهم ، قد يتعرضون دون علم منهم إلى نقص فى ضغط الأكسجين. فقد يحدث أن يصيب الصمامات انحراف أو اعوجاج ، وقد يحدث أن تلتصق. ومن الممكن أن تحدث مائة من الأشياء ، دون علم من رائد الفضاء ، تؤدى إلى نقص فى إمداد الأكسجين والضغط اللازمين للإنسان ، وخاصة إذا كان منهمكاً فى عمل من الصعوبة بمكان بينما كل شىء يسير على أحسن مايرام .

ويرتعد أطباء الطيران عندما يفكرون فى احتمال من هذا القبيل ، ويسترجعون بأسرع ما يمكن حادثاً من أشهر الحوادث وقع أثناء الحرب العالمية الثانية ، وكان السبب فيه نقص ضغط الأكسجين . والحادث حقيقى . فقد كان قائد إحدى الطائرات لوكهيد ف — ٥ الاستكشافية من طراز ليتننج فى مهمة طيران على ارتفاع كبير لتصوير قاعدة يابانية أمامية .

فلما عاد إلى قاعدته ، كان يحمل معه قصة مليئة بتفاصيل مروعة عن هجوم قام به سرب من مقاتلات العدو . وقد روى بطلنا ، دون خجل ، تفاصيل كفاحه فى سبيل الهرب من العدو ، موضحاً كيف كان يلف ويغوص ويقوم بمناوراته الوحشية بأقصى سرعة فى سبيل تضليل مهاجميه . إلا أنه ذكر لضباط المخابرات أنه بالرغم من هذه المتاعب فقد تمكن من إنجاز مهمته وحصل على الصور الفوتوغرافية المطلوبة .

وبعد مضى عدة دقائق دعا رجال المخابرات الطيار ليشترك معهم فى فحص آلات التصوير . فلم تكن هناك صورة واحدة ، ولم تشغل أية آلة من آلات التصوير .

ولكن الطيار لم يكذب . فقد كشفت الدراسات الدقيقة ، أن جهاز الأكسجين الذى كان يحمله الطيار قد أصيب فى الطبقات العليا بثقب كبير ، مما أدى إلى حرمان مخه من الأكسجين فى الوقت الذى احتاج فيه إلى الغاز الذى يمنح الحياة . إلا أن الطيار لم يكن يعرف ذلك ، إذ أنه لم يدرك علامات

نقص الأكسجين ، فلم يكن يعرف أنه كان مشتت الفكر ، لايشعر بالمسئولية، وأنه على حافة فقدان الوعى .

لم يكن يعرف أن القاتلات اليابانية لم تظهر له إلا فى مخيلته ، ولم يكن يعرف أنه غاص بطائرته غوصة طويلة ثابتة ، وأنه تبول على معدات التحكم فى آلات التصوير ! .

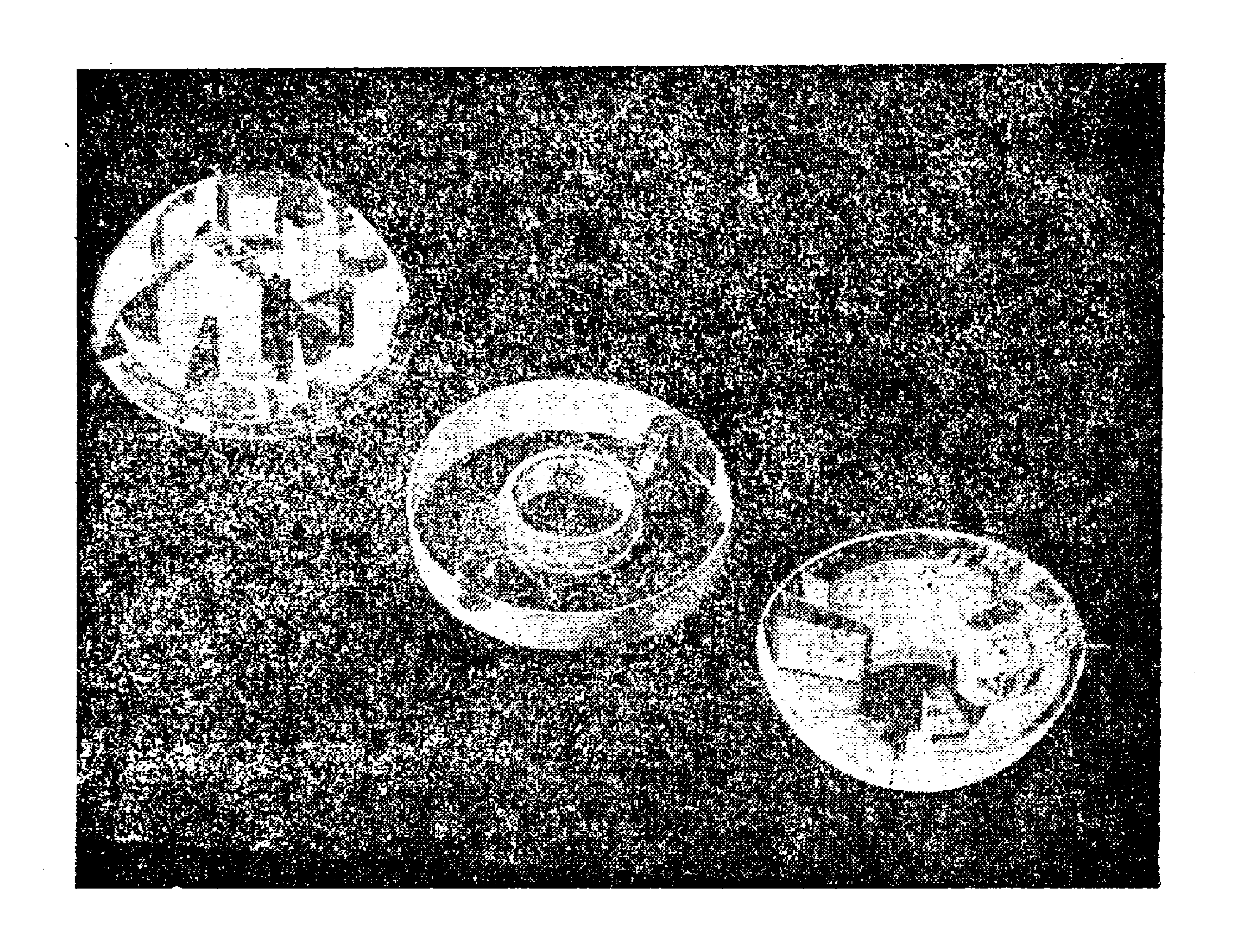
بيه ! :

وربما تصبح دوارات الفضاء مقراً للملاحين فى محطات الفضاء التى نصممها فى الوقت الحاضر على شكل العجلة لإرسالها إلى المدار فى خلال العقد التالى . وقد وضح من دراساتنا على انعدام الوزن طويل المدى أن المشاكل الطبية العديدة التى نشأت من التعرض طويل المدى لانعدام الجاذبية تتطلب من الوسائل ما يمنع هذه الآثار الضارة . ويبدو أن قوة الطرد المركزية التى تتولد من الحركة الدورانية لمحطة فضاء فى شكل العجلة هى أنسب وأسرع حل لتوليد بديل جزئى للجاذبية .

وسيبقى الجزء الأوسط من هذه المحطة ساكناً ليهيىء لزوارق النقل القادمة من الأرض أن ترسو على المحطة ، دون أن يضطر قائدها — رائد الفضاء — فى كل رحلة ، إلى إجراء مناورات شاقة من مناورات المطاردة تمكنه من الانزلاق إلى فتحة دائرة لسفينته الفضائية. فقد تسبب حواجز الاصطدام الناتئة فى المدار أنواعاً كثيرة من المشاكل لم تخطر على بال سائقى السيارات .

وسيكون أعلى معدل للدوران عند الحافة الخارجية لعجلة محطتنا الكبرى، وعندها تبلغ القوة الطاردة المركزية ، أو الجاذبية الأصطناعية ، أقصى قيمة لها . وسيكون هذا الحرف الذى يتخذ شكل الإطار الداخلى للعجلة هو مقر وسائل العيش والعمل والإمكانيات العلمية والتكنولوجية وغير ذلك . أما إذا اضطر العلماء إلى تنفيذ أنشطة عملية تتطلب ظروف انعدام الجاذبية ورصيفاً مستقراً

ساكناً (المجموعة كلها تدور بطبيعة الحال حول الأرض بسرعة ١٦٫٠٠٠ ميل فى الساعة أو نحو ذلك ، ومع ذلك فإن الرجال لا يحسون بهذه الحركة ، وهذا مايدعونا إلى أن نشير إلى المركبة المستقرة عديمة الوزن على أنها ساكنة) ، فإن عليهم أن يتركوا سفينة الفضاء ويطفوا برفق ليفصلوا المحطات المدارية الخاصة بأعمال البحث بالذات .



(شكل ٣٠)

معمل البحوث المدارى المحمل بالبشر ، من تصميم مهندسى شركة دوجلاس للطيران ، وتشغل المحطة أسطوانة قطرها ٢٦٠ بوصة . أما مقر العمل فنى الصورة اليسرى العليا ، وجهاز الطرد المركزى فى الوسط ، ومنطقة العمل إلى اليمين .

وسيكون الاتجاه العلوى (فوق) داخل الإطار الخارجى للعجلة الفضائية نحو محور المحطة ، أى أن الرجل سيمشى بقدميه على الحافة الخارجية للمحطة

ورأسه متجه إلى « أعلى » ، إذ أن خط القوة يتجه من محور المحطة إلى الخارج ليمر فى جسم الرجل من رأسه إلى قدميه .

تماماً ، كما لو أن لدينا دلواً ضخماً فى الفضاء ، يقف فى وسطه رجل . فلو أننا طوحنا الدلو فى دائرة ما لتولدت عليه قوة طاردة مركزية تدفع الرجل بحيث تضغط قدماه بقوة على قاع الدلو .

هـــذه هى الفكرة بالضبط . فليس هناك أية مشاكل ميكانيكية أو تكنولوجية تمنع من إقامة الحركة الدورانية وما يتبعها من « الجاذبية الجزئية » للمحطة نتيجة لقوة طاردة مركزية. على أن الفكرة تبدو على الورق ابتكاراً عظيماً يتطلب من المهندسين الذين يتهافتون على تنفيذه أن يفركوا أيديهم برفق .

إلا أن هناك فجوة خطيرة فى هـذه الخطة العظيمة . على أنه من الغرابة بمكان أن تكون المشكلة — وهى نفس سبب كل هذا الاضطراب — هى الرجل ذاته .

فما لا شك فيه أن الرجل سوف يتلقى ، وهو فى محطة الفضاء السابحة فى مدارها ، شعوراً صادقاً بالجاذبية الجزئية التى تتولد من القوة الطاردة المركزية . إلا أن هناك شكاً خطيراً فى إمكان تحمل الرجل لهذه القوة .

فالمشكلة أقرب إلى أن تكون مشكلة دخيلة . فليست القوة الطاردة المركزية من الكبر بحيث تضايق الرجل ، فهى فى الواقع أقل من قوة الجاذبية العادية عند سطح الأرض . إلا أن قوة الجذب على سطح كوكبنا الصخرى مسألة جاذبية حقيقية ، ولم تنتج من الدوران فى دلو باهظ التكاليف ومكيف الضغط فى صورة عجلة فضائية، حيث يبدو مجرد أثر الدوران فى صورة الجاذبية .. إنها جاذبية مصطنعة .

وحتى ذلك لابد من أن نعطيها حقها . فالجاذبية الظاهرية أو المصطنعة ، فى حد ذاتها ، لا يمكن أن تضايق الرجل . فمن الجائز ألا تبدو هناك مشكلة بالمرة

لو أن أثر هذه القوة جاء تعبيراً عن قوة فى خط مستقيم — عجلة منتظمة .

إلا أن الجاذبية المصطنعة فى دوارتنا الفضائية الكبيرة نتيجة لحركة دورانية . فلو أن الرجل المقيم فى المحطة بقى ساكناً ومستقراً تماماً — بحيث يكون الخط الممتد من قدمه إلى أعلى خلال جسمه إلى محور المحطة مستقيماً تماماً — لتمكن من تحاشى الآثار المضنية التى تنتج من الحركة الدورانية .

إلا أن رواد الفضاء لسوء الحظ لا يتصرفون كما تتصرف التماثيل. فهم يتنقلون، ويعملون ، ويصلحون، ويضحكون، ويغسلون ، ويحررون الخطابات ، ويشغلون المعدات ، ويؤدون كل أنواع الأعمال العادية . وفى تأدية هذه الأعمال يقومون بمختلف الحركات والدورانات البدنية .

وقد يؤدى مجرد إدارة رأسك فى عجلة الفضاء إلى كارثة . أو هذا ما يعتقد فيه علماؤنا مما يثير كثيراً من الشك .

وقد برع علماء الفضاء الأرضيون فى تطوير وبناء المقلدات . والمقلدات حيل باهظة التكاليف ، ولكنها مفيدة فى خلق كثير من الظروف على سطح الأرض ، تشبه ما نتوقع أن يواجهه أبطالنا الفضائيون بعد ما يهجرون هـــذا العالم . وها هو اللف أو الدوران قد نال أكثر مما يستحق من الاهتمام كبديل للجاذبية .

وكان القرار السيء الحظ : أننا قد نضطر إلى إهمال البرنامج بأكمله كما أهملنا آخر طراز ظهر فى العام الماضى من السيارات .

والسبب فى ذلك من القوة بمكان . فقد أجريت اختبارات فى غرف دوارة كبيرة ، فما كان من الطيارين الأصحاء الأقوياء إلا أن أصيبوا بالدوار ، والإغماء ، والفزع ، والعرق ، والدوخان ، والغثيان . وكثيراً ما أصيبوا بالقىء الشديد لدرجة استدعت وضعهم تحت العناية الطبية .

وقد ظل الأسطول ، فى بنسا كولا بولاية فلوريدا ، يقوم بتشغيل جهاز

فريد (ويعمل عدد كبير من هذه الأجهزة فى الوقت الحاضر) يعرف باسم الغرفة الدوارة . وهو عبارة عن غرفة مستديرة قطرها ١٣ قدماً ، ومثبتة فوق محوراً عجلة دوارة تزن ٢٢ طناً . فإذا ما بدأت الغرفة دورانها فإنها تدور بمنتهى النعومة . وهذا هو المقصود بها — أن تكون بمثابة رصيف بلغ من الاستقرار وصلابة الحركة ما نراه عادة فى الجيروسكوب .

ولما كانت الغرفة من الاتساع بحيث يمكن تأثيثها ، فإنها فى حد ذاتها تهيىء الفرصة لمن يكون بداخلها للاسترخاء . على أن هذا الاسترخاء يؤثر على شخص الاختبار فى غير صالحه . فإنه بعد برهة يجد من الصعوبة أن يتصور أنه ليس فى « مجرد غرفة » . إلا فى أنها تخلو من النوافذ ، مما يمنعه من رؤية ما يدور خارج الغرفة . وفيما عدا ذلك فإن كل شىء يبدو « عادياً تماماً » .

وفى أحد الاختبارات المتوسطة ، يطلب من الأفراد الموجودين داخل الغرفة أن يجلسوا على مقاعد مريحة ، ويحتفظوا بسكون رءوسهم أثناء دوران الغرفة . أما حركة الغرفة فبطيئة للغاية — حوالى ست دورات فى الدقيقة . فإذا ما بدأت الغرفة دورانها استطاع الأفراد فى بادىء الأمر أن يحسوا بالحركة بسبب التغير الذى طرأ على عجلة الجاذبية من وضع السكون إلى وضع الحركة البطيئة . ولكن سرعان ما يختفى هذا الإحساس ، فلن يعودوا يحسون بالحركة فى أى اتجاه بالذات ، والسبب فى ذلك هو الاستقرار الكامل الذى يمتاز به المقلد .

ويصف الكابتن كليفورد فوبس ، أحد رجال الأسطول الأمريكى (ومدير قسم الملاحة الفلكية بمكتب الطب والجراحة بمصلحة الأسطول) ، فيقول :

« يبدو كل شىء جميلاً إلى أن يبدأ الفرد تحريك رأسه ، فتظهر عليه أعراض أخطر الأمراض التى توصف بأنها مريعة ، وأعتقد أن الآخرين الذين ركبوا هذا الجهاز يؤيدوننى فى هذا الوصف .

« أعراض مخيفة بالرغم من تفاهة العمل الذى تفعله من جانبك لإنتاج هذه الأعراض المدمرة كالغثيان والقىء ، والدوار ، والدوخان ، والانهيار البدنى العـــام .

« فلم يحدث كل هذا ؟ إننا نشعر حتى الآن أنه ناشىء بسبب الموقف الذى اختفى فيه الإحساس البصرى — السائد عادة — الذى يمكننا فى الفضاء من تحديد اتجاهنا . فأنت موجود فى هذه الغرفة التى تعتبر فى نظرك ساكنة ، مما يهيىء فرصة للأعضاء الدهليزية فى قنوات الأذن لتتولى الأمر بنفسها ، وتنشط الحوافز ، التى كان يقمعها البصر فى الأحوال العادية إلى أقصى حدود نشاطها ، الأمر الذى يؤدى إلى تلك العواقب الوخيمة .... لم أبق بالغرفة سوى عشر دقائق ... ولما خرجت منها لم أسترجع إحساسى العادى بالصحة إلا بعد حوالى ثلاث ساعات . كما أننا قد وجدنا فى بعض الحالات أن الأشخاص السريعى التأثر لا يسترجعون إحساسهم بالصحة إلا بعد مضى أيام .

« وفى وسعك أن توقف أية آثار متعبة بمجرد الاحتفاظ بالسكون التام لرأسك . إلا أن هذا من الصعوبة بمكان . فإذا حاول الفرد أن يقف ويمشى فى أرجاء الغرفه فإن أقل حركة للرأس أثناء المشى تكفى لإنتاج تلك الأعراض الرهيبة . أما إذا اقتصرت على الجلوس مستخدماً عينيك بدلاً من تحريك رأسك فقد تشعر بالراحة التامة .

« ونحن نشعر أن هـذه الظاهرة من أهم الظواهر التى تلزم دراستها فى الفضاء . ولنفرض مثلاً أن الفرد يصاب بالغثيان والقىء تحت ظروف انعدام الوزن بسبب الموقف الناشىء عن فقدان القدرة على التوجيه وحده ، بغض النظر عن الإجهادات الأخرى التى يتعرض لهـا ، فليس فى وسعى أن أفـكر فى شىء يكون أقرب إلى أن يكون طائراً حقيقياً من رجل يتقيأ تحت ظروف انعدام الوزن ، فقد يعجز عن التخلص من القىء ورائحته الـكريهة... » .

يا إلهى ، ولا أنا .

الفصل العاشر

المشاكل المنزلية

قد يبدو التدبير المنزلى فى سفينة الفضاء نكتة لأولئك الذين يشعرون بالسعادة على الأرض ويصرون على البقاء عليها . إلا أنه لايبدو أمراً مضحكاً لأولئك الرجال الذين يدورون حول الأرض وغيرها من العوالم فى المستقبل . وسيكون الحيز شيئاً نفيساً فى الرحلات فيما بين الكواكب . والحساب كفيل بإثبات ذلك .

وهاهى الصواريخ الدافعة تكبر وتتحسن ، إلا أنها مازالت تفتقر إلى الطاقة التى يود مهندسونا إتاحتها لتنفيذ الرحلات فيما بين الكواكب . وتتدرج هذه القيود المفروضة على القوة من الصاروخ ، إلى سفينة الفضاء ، ثم إلى ماتحمله سفينة الفضاء من أجهزة ومهمات .

فهناك وزن محدود لما يمكن أن تجهز به السفينة ، يتوقف على الحيز المحدود الذى يسع مايعتقد كل فرد أنه لابد من حشره فيما يسميه رواد الفضاء «العلبة الصفيح» . فلما كبرت المعدات التى نود إطلاقها مع طلقتك الصاروخية زادت حتمية كبر ذلك الصاروخ . إلا أنه سرعان مانصل إلى نقطة اللاعودة ـ فليس لدينا مزيد من القوة ، وهذا يعنى ألا زيادة فى الدفع . فإذا رغبنا فى أن تستمر سفينتنا الفضائية فى الصعود إلى مايزيد على بضعة أميال ، فلابد لنا من أن نرسم الخط ونخضع للقيود المفروضة على الطلقات التى نعمل بها . على أنه ستكون لدينا صواريخ كبيرة حقاً ، صواريخ عملاقة مثل ساتيرن ٥ ، تزن عند إطلاقها مايزيد على ثلاثة آلاف طن ، وفى وسعها أن تدفع مايقرب من ربع مليون رطل إلى مدار أرضى فى أكبر رفعة عرفناها حتى الآن .

هذا جميل بالنسبة للمدار الأرضى ، وسنكون أسعد حالاً عندما تتاح لنا أعداد كبيرة من ساتيرن ٥ نكتفى لتمكين كل الصواريخ القديمة الصغيرة التى لدينا فى الوقت الحاضر . إلا أن ساتيرن ٥ بجبروته لن يكفى للرحلات الفضائية الطويلة التى نود القيام بها . فلابد لك ، إذا رغبت فى رحلة إلى المريخ ، من أن ترسل كل المعدات اللازمة للإبقاء على حياة الملاحين وصحتهم . فإذا أدخلت فى حسابك قانون مورفى الأول فى الطبيعة ، الذى ينص على أن « مايمكن أن يختل لابد من أن يختل يوماً ما » ، فلابد أن نضيف قطعاً للغيار ، بل مزيداً منها — من ذلك النوع من الإفراط الذى يدفع المهندسين الذين يقلقهم الوزن إلى البكاء والعويل .

فهناك أمر المعدات العملية ، والوقود اللازم للمناورة ، والوقود اللازم للهبوط ، والوقود اللازم للانطلاق ، والوقود اللازم للعودة ، ومايستلزمه ذلك من مناورات أثناء رحلة العودة، والوقود اللازم لاتخاذ الطريق المرسوم للعودة إلى الوطن دون الاختفاء فى بحر من اللهب بسبب خطأ فى الحساب يصل إلى بضع مئات الأرطال من الوقود اللازم للمناورة . ولابد لك من أن تحمل معك معدات الملاحة ومعدات الإصلاح والصيانة وأدوات التحكم إلى غير ذلك . ثم عليك أن تتناقش مع العلماء الذين ينتظرون فى الصف يحاول كل منهم أن يحشر فى سفينة الفضاء كل مايمكن حشره من أجهزة لبحوثه . وليس فى وسعك أن تدع هؤلاء جانباً ، فإننا نفعل كل هذا فى سبيل « العلم » ، لا من أجل محاولة تجعل من رحلة ما بين الكواكب أغلى رحلة ترفيهية عرفت حتى الآن .

فإذا لم تستطع أن تهيىء الدفع الصاروخى اللازم ، فلابد للمهندسين من اللجوء إلى البراعة والكد وإعادة التصميم ، وغير ذلك من الحيل البهلوانية التى تصلح لتحقيق أهداف الرحلة ، ولو أن هـــذا يستلزم من المعدات

والإمكانيات ما لم يستخدموه فى خبراتهم حتى الآن . وهذه خدعة أخرى من خدع فطيرة الفضاء — هى الخبرة . ولابد لهؤلاء من تصميم برامجهم تحت ظروف غريبة عدائية تتحدى كل ماتعلموه من قبل .

ولنأخذ مثلاً مشكلة التنفس،وهو أمر بسيط ، مجرد استنشاق واسترخاء. والفعل الانعكاسى هو الذى يتولى بنفسه الأمر . فأنت حر ، تزفر الهواء الفاسد ، لتدخل الأكسجين إلى رئتيك . وهو أمر فى غاية السهولة — إذا كان لديك جو تمدك بوفرة منه الأرض التى تقيم عليها ،وإذا كان لديك مجال جاذبى، وإذا لم تقم بتلويث هذا الجو بزوج من الأشياء الفسيولوجية التى نسميها رجالاً .

فإن الرجل الأربعة الذين سيقومون برحلة فضائية تستغرق عاماً واحداً ، سيكونون فى حاجة إلى طن ونصف من الأكسجين النقى ، ومعنى هذا أنه لابد من أن تحمل ، علاوة على الثلاثة آلاف رطل هذه من الأكسجين ، كميه إضافية منه لمواجهة أى طارئ قد يقع . وإلا فقد ينتهى الأمر بفريق الملاحين إلى أن يسحبوا القرعة فيما بينهم لتحديد من منهم يعود إلى الوطن ، ومن منهم يبقى على أية صخرة لاتبقى على الحياة كان الفريق فى زيارة لها فى ذلك الوقت .

ولابد لك من وسيلة تحفظ فيها هذا الأكسجين فهل تستخدم الصهاريج الأسطوانية أو الكروية أو غير ذلك من الأوعية ؟ وما هى الوسيلة التى ستستخدمها لوقاية هذا الأكسجين ؟ فإن هناك خطر ضربة من شهاب قد تؤدى إلى خرق الصهريج وضياع جزء كبير من الغاز الذى لا غنى عنه . ومن أجل هذا يتحتم عليك أن تضيف إلى حسابك وزن الغطاء الواقى . على أن الاحتياط يتطلب منك أن تودع كمية الأكسجين على مستودعين أو ثلاثة . ثم لا تنس تجهيز السفينة بالمظلات والصمامات وخطوط التموين ومئات أخرى

من الأدوات الصغيرة والكبيرة على حد سواء ، مما يزيد من التعقيد ، والوزن ، والحجم ، والإفراط بطبيعة الحال.

إلا أننا لم نصل بعد إلى النهاية . فلا يكفى مجرد وجود الأكسجين . فلابد من وسيلة للحصول عليه نقياً أينما احتجت إليه ، والتخلص منه بعد أن يكون قد فسد ، ومعنى هذا أن تزود السفينة بوسيلة ميكانيكية لضغطه أو نقله ، ويغلب أن تحتاج إلى اثنين من هذه الوسيلة : ولما كان الإنسان شبيهاً بالحيوان من حيث تأدية الوظائف الجسمانية ، فإنه لا يزفر ثانى أكسيد الكربون إلى حيز القمرة فحسب ، ولكنه يضيف إليه بخار الماء ومجموعة من السموم المهيجة ونفاية فضلات الجسم . لابد من التخلص من كل هذا ، وإلا أصبح الهواء فى فترة قصيرة من الزمن مؤلماً ، وغائماً ، ومليئاً بكل أنواع الروائح الكريهة . ولابد من التخلص من بخار الماء وكل شيء آخر مما يستدعى عدداً من الوسائل اللازمة لتنقية الهواء من كل ما يحمله من جسيمات مكدرة .

وقد أشرنا إلى مشكلة نشأت عن انعدام الوزن فى البيئة . فإذا ماأمدت القمرة بالهواء فلابد أن تكون هناك وسيلة لدفعه فى أرجائها . وها نحن على علم تام بالوسيلة المنزلية العادية التى تسمى « المروحة » ، وهى آلة بسيطة بمفتاح بسيط تستطيع أن تديرها أو توقفها . فإذا كنت تستخدم المروحة للتبريد وفشلت ، أصابك الضجر ، ولو أنه ضجر خال من الرعب . أما فى الفضاء فقد يصيبك الضجر ، ولكن يغلب أن تصاب معه بالذعر والفزع . فإذا ماتوقفت مراوحك فى قمرة سفينة الفضاء — وخاصة فى رحلة تستغرق بضعة أسابيع أو شهور — فإن هذا التوقف سيخلق كثيراً من المتاعب الخطيرة .

فإذا انعدم الوزن انعدم معنى الحرارة والبرودة فى الهواء . فالهواء الدافىء لايصعد ، والهواء البارد لايهبط — فهو بلا وزن . فإذا أشعلت شمعة

فى قمرة سفينة الفضاء بدون دورة هوائية مدفوعة . فسرعان ما تنطفىء بعد أن يغمرها سحاب من الغازات السامة التى تفتقر إلى الأكسجين الذى يتطلبه استمرار اشتعال الشمعة .

والرجل كالشمعة ، كل منهما آلة حرارية ، تنتج الحرارة باحتراق مختلف أنواع الوقود التى تتضمن الأكسجين بطبيعة الحال . وسرعان ما يعود الرجل المقيم فى القمرة إلى استنشاق كل النفايات الكريهة التى كان قد أخرجها . على أنك لا تستطيع أن تستمر على هذه الحال زمناً طويلاً مع احتفاظك بحالة صحية مرضية .

وفقدان الهواء لخاصية الحمل فى ظروف انعدام الوزن يثير عدداً من المشاكل المؤلمة . فإذا توقفت المراوح عن الدوران ، وتوقفت بذلك الدورة الهوائية المدفوعة ، بدأت القمرة فى الاحترار . فقد سبق أن ذكرنا أن الإنسان آلة حرارية . ولابد للحرارة التى تتولد داخل حيز مقفل من أن تدفع إلى مكان آخر.لابد من التخلص منها . وقد ورد فى نشرة لشركة طيران أمريكا الشمالية أن أحد العلماء ، بقسم علوم الحياة بها ، ذكر أنه : « إذا توقفت المروحة عن الدوران ، وتوقف الهواء عن الحركة ، فليس أمام رجل الفضاء سوى ستين دقيقة عليه أن يديرها فى خلالها . فإن الجلد فى حالة انعدام الوزن سيفقد حرية الحمل ، ومالم تقم دورة هوائية مدفوعة تسبب عن ذلك رفع درجة حرارة رائد الفضاء ، مما يؤدى إلى موته فى خلال ساعة واحدة » .

أمر مقلق ولاشك — ومن أجل هذا كان لزاماً أن تجهز أحدث سفن الفضاء ، فى المستقبل القريب والبعيد ، بعدد من المراوح التى تدار باليد . فإذا طرأت بعض المشاكل الخطيرة ، اضطر روادنا الفضائيون لقضاء جزء كبير من وقتهم فى إدارة هذه المراوح ، محاولين الاسترخاء وهم يديرونها حتى

لا يبذلوا قدراً كبيراً من الطاقة ، الأمر الذى يؤدى إلى إنتاج مزيد من الحرارة ، مما يشكل مجموعة من الظروف المكدرة .

والمشكلة العظمى ، فى القيام بالتبريد المنزلى داخل سفينة الفضاء ، هى أن المهندس لا يستطيع أن يأخذ أى شىء قضية مسلماً بها . فإن وجود الكائنات البشرية يخلق له كثيراً من المزايا والمشا كل على حد سواء . وإنه لجميل أن ندرك أن هناك آلة حاسبة متحركة فى أرجاء القمرة ، لديها قدرة الإحساس والملاحظة والدراسة وتحليل المشاكل ، واتخاذ الإجراءات اللازمة . كما أنه من المريح أن ندرك أن على ظهر سفينة الفضاء راكباً له قدرة على الحكم واتخاذ القرارت للإشراف على أداء الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية المعقدة ، وصيانة هذه الأجهزة وإصلاحها إذا أصابها خلل .

وكان أحد المهندسين ، فى أحد الإدارات بكيب كنيدى ، قد علق لافتة فوق مكتبه ، عبارة عن صورة مكبرة لقصاصة من جريدة نيويورك تايمز . وكان كثيراً ما يقرأ هذه اللافتة لأنها كانت تذكره ، كما يقول فى إصرار ، بأنه بالرغم من المشاكل التى يسببها وجود الرجل فى سفينة الفضاء ، فإن وجوده لابد منه فى رحلة ما بين الكواكب . وإليك ما جاء بهذه اللافتة :

« واشنطن ، أول يوليه (الأسوشيتدبريس) — ذكرت ا نازا اليوم أن تلفاً طرأ على وردة (جلبة) من الفيبر ، لا يزيد ثمنها على سنتين اثنين ربما كان السبب فى تعطيل سفينة الفضاء القمرية رينجر — ٥ فى أكتوبر الماضى » .

ومن هنا كانت دائرة مأزق المهندس . فلو أن بسفينة الفضاء رجلاً فى بدلة الضغط ، حتى ولو كان مخدراً ، لا ستطاع أن يتدرب على ربط الوردة أو تغييرها . على أن رواد الفضاء يختارون من بين من يتوفر فيهم الذكاء والقدرة . وعلى ذلك فإن المهندس يدرك أن مجموعة كاملة من الأخطاء قد لا تكفى لتدمير الرحلة طالما كانت بالسفينة وسيلة ذاتية للإصلاح ، قادرة على

التحرك مع الحذق ، وإجراء الحسابات مع الحكم ، وسيلة فى صورة إنسان . كما أنه يثق فى الخروج من المأزق عندما يتأكد من أن محطة الإصلاح المتحركة، التى نسميها الرجل ، مزودة بوسائل الإبقاء على الحياة .

وكلما طال بقاء الرجل — أو مجموعة من الرجال على الأخص — سابحاً بين العوالم ، زادت مشاكل التسمم الحاد والمزمن . وليس من السهل ، ونحن فى جونا الأرضى ، مع ما فيه من تيارات هوائية طليقة ، وما نضيفه من تكييف للهواء ، ومزيج هائل من الروائح ، ليس من السهل فى هذه الظروف أن نفكر فيما يفرزه الإنسان من سموم وروائح مهيجة وهو يؤدى وظائفه الفسيولوجية للبقاء حياً . فها هو ثانى أكسيد الكربون مثلاً ، مادة « سامة خطيرة تخرج بالزفير . وها هو التبول والعرق وغير ذلك من الوظائف التى تؤدى إلى إخراج السموم . كما أن المواد التى تحويها سفينة الفضاء ، تستطيع بمضى الزمن أن تلوث الهواء بالروائح المهيجة .

ومما يقلق العلماء أشد القلق منتجات فضلات الإنسان . وقد جاء فى تقرير للكونجرس ، تحت عنوان « أبحاث الفضاء فى علوم الحياة » ، مانصه :

« الإجراءات الصحية مشكلة ، وخاصة تحت ظروف انعدام الوزن . فماذا نفعل بفضلات الإنسان حتى لايصاب بالتسمم ، وحتى لايصبح خطراً على ذاته فى كبسولة الفضاء ؟ » .

كما أن الرجل المتوسط ، الذى يزن ١٥٤ رطلاً ، هو نفسه مشكلة من مشكلات النقل من حيث الحيز . فهو فى حاجة إلى مايقرب من رطلين من الأكسجين يومياً ، علاوة على خمسة أرطال من الماء فى اليوم الواحد ، وحوالى رطل وربع من الطعام الجامد فى اليوم . وهذه مقادير تمثل ما يدخل جسمه . إلا أن الرجل لايقف عند هذا . فما دام يعمل كالآلة الحرارية ليحتفظ بنيرانه الداخلية متوهجة لابد له من أن يخرج شيئاً من جسمه . ويشمل هذا

حوالى رطلين من ثانى أكسيد الكربون ، وستة أرطال من الماء ، ومقداراً صغيراً من المواد الصلبة والبولية والمعدنية كل يوم .

ويود العلماء لو أمكنهم خفض منقولات الإنسان إلى الحد الذى تعامل الأم به رضيعها ، بأن تحتفظ بأحد طرفيه مملوءاً والطرف الآخر جافاً ، ثم تدع الأشياء ترعى نفسها . إلا أن رواد الفضاء شيء أكثر من معدة منتعشة . فهم يعملون كمهندسين ومشرفين وعلماء ، إلى غير ذلك. وإلى جانب هذا يواجهون مشاكلهم الخاصة بالتغذية والمستلزمات السيكولوجية بالطريقة التى ترضيهم .

فإذا بدا القارئ أننا نبالغ فى قلقنا على الطيران الفضائى فقد أساء تقديره للأثر الهائل الذى أحدثه التخطيط لمواجهــــة المشاكل السيكولوجية على الاستعدادات طويلة المدى للسفر خلال الفراغ ، وصرامة الآثار السيكولوجية التى قد تواجهنا فى الفضاء كما سيتبين لنا .

ولنعد الآن إلى مشكلة التنفس . فلابد لنا من أن نمد الرجل بالأكسجين داخل سفينة الفضاء . إلا أن هذا الأمر ليس من السهولة التى تظهر لأول وهلة . فعلى أى صورة نقدم له هــذا الأكسجين ؟ هل على صورة أكسجين نقى ؟ أو هل نخففه بأحد الغازات الخاملة على النحو الذى نستنشق فيه الأكسجين فى الهواء الطلق على هذا الكوكب ؟ وما هى مضار الغاز المخلوط (ومنها زيادة الضغط داخل القمرة) إذا قورن بالأكسجين النقى ؟

وقد استنشق رواد الفضاء فى طيرانات ميركورى أكسجيناً نقياً تحت ضغط داخل سفينة الفضاء — ثابت يكافىء الضغط على ارتفاع ٢٨٫٠٠٠ قدم فوق سطح الأرض. وقد قررنا الاستمرار فى استنشاق الأكسجين النقى فى طيرانات جيميني . كما اتخذنا نفس القرار — ولو أنه لقى معارضة عنيفة — فى طيرانات أبوللو ، الذى ينتظر أن تستغرق ما بين عشرة أيام واثنى عشر يوماً بعيداً عن الأرض .

فقد اجتمع فى أوائل عام ١٩٦٣ مائتان من خبراء الطب الحيوى فى ندوة عن الطيران الفضائى عقدت فى لوس أنجلوس، ودهش الزوار لمعارضتهم الإجماعية لأختيار الأكسجين النقى جواً للسفينة أبوللو . ولم يكتف خبراء الطب الحيوى فى اجتماع جمعية الطب الفضائى الجوى بالاستنكار اللفظى لاختيار الأكسجين جواً للسفينة أبوللو ، ولكنهم شكلوا عدة لجان للمراقبة للتأكد من عدم التجاوزعن المستلزمات الطبية لبرنامج أبوللو وغيره من مشروعات الفضاء البعيد فى المستقبل لأرضاء رغبة جماعة من المهندسين والسياسيين .

فكان هذا موقفاً عنيداً ضد قرار أصدرته جماعة من الأطباء المتخصصين فى نفس المجال . وكانت نقطة الخلاف هو مجرد الخلاف نفسه . فإن اجتماع الأطباء ، الخبراء فى مجالهم، فى غرفه كبيرة ليتصايحوا بعضهم مع بعض لا يؤكد إلا وجود خلاف طفيف فى درجة الدقة التى نتخذ بها قراراتنا حول أمور تتوقف عليها حياة رواد الفضاء . على أن حوادث الموت قد لا تكون نتيجة سريعة لقرار خاطىء . إلا أن كثيراً من مختلف المشاكل سوف ينبثق إذا اتخذ قرار خاطئ فى أختيار المحتوى الجوى لسفينة الفضاء .

فإن كثيراً من خبراء الطب يعلنون أن من المتاعب التى يسببها استخدام الأكسجين النقى خطر الحريق ، وفقر الدم الذى يبقى شهوراً بعد عملية الطيران ، والتسمم الأكسجينى وما يصحبه من اضطرابات لأجهزة الجسم ، بما فى ذلك جهاز البصر ، وانطباق الرئتين ، وانخفاض مقاومة الجسم للإشعاعات المؤينة .

وقد كان إخصائيو سلاح الطيران الذين حضروا ندوة الجمعية الطبية الفضائية الجوية من الصرامة بمكان فى استنكارهم لاختيار الأكسجين النقى جواً لسفينة الفضاء . وقد أنذروا بأن أعظم الأخطار يكمن فى الحريق ، فإن اندلاع اللهب فى القمرة المليئة بالأكسجين النقى يكون كارثة كبرى : فقد

أجريت بعض الاختبارات على مواد محفوظة داخل وسط من الأكسجين (فى غرفة محكمة القفل يبلغ الضغط فيها خمسة أرطال على البوصة المربعة ، كما كان فى سفينة الفضاء ميركورى وهى فى المدار) فأوضحت أن هذه المواد تحترق بشدة تعادل ستة أمثال شدة احتراقهـا تحت الظروف الجوية العادية . فهى لا تقتصر على الاحتراق بسرعة فحسب ، ولـكن درجة حرارة احتراقها أعلى بكثير من المعتاد .

وكانت نتيجة الاختبارات التى أجريت على المعدات فى جـــو من الأكسجين النقى ، مرعبة للغاية . فقد حدث أن بدأ حريق عرضى فى قمرة سفينة فضائية مقلدة . فقام أحـد الرجال الذين كانوا فى القمرة بضرب النار بيده ضربة قوية محاولاً إخماد اللهب الصغير . فاندلعت النار فى يده . فلمـا حاول مسرعاً أن يخمد النار بجزء آخر من جسمه ، اندلعت النار فى هـــذا الجزء أيضاً .

وينذر إخصائيو سلاح الطيران بأنه يبدو أن الأكسجين يخلق بعد فترة ما حالة من التشبع ، ويصبح كل شىء فى القمرة — من ملابس وجلد وشعر وبلاستيك إلى غير ذلك — منقوعاً فى جزيئات الأكسجين . فإذا ما بدأت النار فى القمرة تعذر إطفاؤها . حتى إذا فرغناها من الهواء تفريغاً تفجيرياً ، لمـا ساعد ذلك على سرعة إطفاء النار .

كما أنذر الدكتور جورج أولبرايت الذى يعمل بشركة « طيران الجمهورية » (ريببليك أفيشن)[1] بوجود دليل قاطع على أن استخدام الأكسجين النقى فترة طويلة يؤدى إلى انحطاط خطير فى الصحة . فقد أصيب المتطوعون الذين عاشوا عدة أسابيع فى الأكسجين النقى بفقر الدم الذى ظل من خمسة إلى سبعة

Republic Aviation (١)

أشهر . ولم يكن فقر الدم هذا من الأنواع التى اعتادها الأطباء ، بل كانت له آثار خطيرة ، إذفقد أحد المتطوعين مايزيد على ٣٤فى المائةمن حجم دمه الكلى.

ويقرر الدكتور أولبرايت أنه يبدو أن السبب فى فقر الدم هو تدمير خميرة تعرف باسم فوسفات الجلوكوز ٦ دهيدروجينيز — وهى خميرة تقاوم فى العادة ميل خلايا الدم الحمراء إلى التأكسد ، إلا أن هذه المقاومة الواقية تضعف كثيراً فى جو من الأكسجين النقى .

وتشير الاختبارات التى أجراها إخصائيو الطب الحيوى بالأسطول إلى أن التعرض طويل المدى للأكسجين النقى يؤدى إلى إضعاف البصر ، الذى قديؤدى إلى الهلاك فى الظروف التى تتطلبها عملية العودة إلى جو الأرض وغيرها من المناورات الدقيقة .

وقد كان من العجيب بصدد الإصابة بفقر الدم فى الاختبارات التى أجرتها شركة « طيران الجمهورية » أن الشركة لم تبلغ الصناعات الفضائية الجوية عن ظهور الإصابة على متطوعيها فى حينها . فقد جاء فى تقرير أعدته مجلة القذائف والصواريخ(١) : « قررت شركة الطيران بالاتفاق مع النازا ، عندما اكتشفت الإصابة بفقر الدم لأول مرة على رجال الشركة ، أن يبقى أمرها سراً حتى لا يثيروا الذعر بين المتطوعين . وقد ذكر أحد علماء شركة ماكدونالد للطيران أن التكتم كان محكماً لدرجة كان من المستحيل معه الحصول على أية نتائج لاستغلالها فى مشروع جيميني .

ويدافع علماء النازا ، الذين غضبوا لما بدا من اتهامهم بالخطأ فى اتخاذ قرار من جانبهم باختيار الأكسجين النقى جواً لسفينة الفضاء أبوللو ، قائلين أن خليط الغازين يسبب من المشاكل أكثر مما يسببه الأكسجين النقى . ويؤكد لللازم الكولونيل ستانلى هوايت الذى يعمل فى النازا (جراح الطيران

---

(١) ٦ مايو ١٩٦٣

السابق لرواد الفضاء فى برنامج ميركورى) أن احتمال حدوث حنايا مشلة فى حالة الخلخلة التفجرية إذا وقعت ، مع استعمال خليط الغازين ، أعلى بكثير منه فى حالة الأكسجين النقى . وقد أضاف هوايت إلى ذلك أن الأكسجين النقى أفضل بكثير لجو سفينة الفضاء بسبب التجارب التى سيقوم بإجرائها رواد الفضاء وهم فى المدار .

فمن أهم التجارب المقررة فى كل من جيمينى وأبوللو أن يكلف رواد الفضاء بالخروج من سفينتهم ويتحولوا فى « الفضاء الطلق » . وتشير كل الدلائل على أنه لابد لرائد الفضاء الذى يقوم بهذه التجربة المدارية من أن يحتفظ بأقل ضغط ممكن داخل بدلته (ليهيىء لجسمه سهولة الحركة داخل الوعاء المكيف الضغط — بدلته) ، الأمر الذى يتطلب اختيار الأكسجين النقى جواً فى داخل البدلة . أما إذا استخدم خليط الغازين داخل سفينة الفضاء (كما يفعل الروس فى فوستوكاتهم) فسيكون من المحتم ، كما يقول الكولونل هوايت ، على رائد الفضاء أن يجرى عملية التخلص من الأزوت قبل خروجه من السفينة . ومعنى هذا أنه لابد من استنشاق أكسجين نقى لعدة ساعات لكى يخلص مجرى الدم من الأزوت حتى لا تتكون فقاقيع الأزوت فى مفاصل الجسم بسبب تغيرات الضغط الفجائية . كما أضاف هوايت أن واحداً من فريق الملاحين سيبقى داخل سفينة الفضاء ، وإذن فلابد لهذا الرجل أيضاً أن يجرى نفس عملية التخلص من الأزوت . ويعتبر هذا الأمر بديهية فى سبيل تحقيق السلامة .

وقد استلزم هذا الجدل العنيف بين هؤلاء الإخصائيين إجراء مزيد من التجارب الواسعة فى الشهور التالية . وها هو السلاح الجوى قد احتفظ بعدة رجال مدة سبعة عشر يوماً فى قمرة مقلدة من قمرات سفينة الفضاء مملوءة بالأكسجين النقى تحت ضغط يقابل ارتفاعاً مقداره ٣٣٫٥٠٠ قدم . فظهرت

على كل هؤلاء الرجال أغراض التسمم بالأكسجين . إلا أن إصاباتهم كانت أخف وطأة من إصابات رجال الشركة الجمهورية . وقد أعلن السلاح الجوى أن الغالبية الكبرى من هؤلاء الرجال شكت من احتقان الأنف أو جفافه ، بينما أصيب خمسة منهم بانسداد الأذن أو بمضايقات فيها ، كما ظهر على نصف رجال الاختبار الإحساس بالخدر (إحساس بالبرودة ، وشعور بالألم أو الوخز ، ومنتهى الفزع) وقد أصيب جميعهم ، عدا واحداً ، بتهيج فى العينين ، وشكا واحد منهم بآلام شديدة فى الصدر ، كما شعر جميعهم بلا استثناء بصعوبة التنفس .

واستمرت التجارب على جو سفينة الفضاء مع مزيد من التقليدات فى أجهزة السفينة . وقد اضطر العلماء إلى إجهاض إحدى التجارب الخطيرة التى أجريت على خمسة رجال ، كان برنامجها يتضمن الطيران لمدة ثلاثين يوماً ، أضطروا إلى إجهاضها بعد خمسة أيام فقط عندما أصيب جميع رجال الاختبار بأقصى حالات الغثيان ، وفقدوا شهية الأكل . على أن هذا لم يكن اختباراً عادياً ، ولكنه كان تمثيلاً دقيقاً لرحلة فضائية طويلة المدى ، إذ أنه كان قد أجرى استكمال الأجهزة الكيمائية والحيوية والكيمائية الفسيولوجية فى جهاز واحد تجديدى من أجهزة الإبقاء على الحياة ، جهاز يتم فيه تنظيف الأكسجين واستعماله عدة مرات متتالية .

وقد نشأت المشكلة من المواد التى لم تكن سامة فى الأحوال العادية . فما خلطت معاً ، أدى التفاعل المستمر إلى تسمم خطير فى الرجال الذين شكوا من إحساس بالأكال فى عيونهم ، ومن ظهور القرح والإدماء على لثاتهم ، والتهابات فى أفواههم وشفاههم . كما أصيبوا بالصداع وغيره من الآثار المؤلمة .

وبدأ واحد منهم ينضح عرقاً غزيراً ، وبدأ جسمه يبعث رائحة حلوة نفاذة اغتاظ منها بقية رجال الاختبار . ومن الغريب أن رائحة الجسم كانت

أقرب مايمكن إلى رائحة أنابيب المطاط الموجودة فى الغرفة التى كانت تبعث بها عندما كانت تمر خلالها غازات ساخنة .

واستؤنف الاختبار فى نفس الغرفة بعد شهور حفلت بالدراسات الواسعة لجميع أجهزتها ، وتمت الاختبارات بنجاح مدة ثلاثين يوماً . إلا أنها لم تخل من الآثار الطفيفة التى قد تصبح فى الفضاء عاملاً مهماً فى إثارة المتاعب الشخصية المقلقة ، وخلق المشاكل فى أية مهمة طويلة المدى .

إلا أن الإخصائيين الذين قاموا بإجراء هذه التجارب تباهوا بنتائجها ، فقد تمكنوا لأول مرة ، فى أوائل ١٩٦٤ ، من توضيح ما يمكن أن يقوم بأدائه جهاز بيولوجى محكم القفل وضع بإحكام فى أجهزة أخرى من بينها الكائن البشرى . وأمكن استخدام الماء المستخلص من فضلات الجسم والبخار المتكاثف فى القمرة ومياه المجارى لأغراض الشرب والغسل بعد استخدامها الأول وإجراء عملية استصلاح المياه .

أما الهواء الذى كان يستنشقه الرجال الخمسة فى الغرفة التى كانت تبلغ فى حجمها ٢٫٣٥٠ قدماً مكعباً فكان يعد من كيماويات جامدة عبارة عن فوق أكسيد الصوديوم . وقد كانت هذه المواد الكيماوية تؤدى وظيفة مزدوجة ، إذ أنها كانت تمتص ثانى أكسيد الكربون علاوة على إنتاج الأكسجين النقى . وقد كان من أهم أهداف الاختبار خلق جهاز يقوم طول الوقت باستنشاق هواء القمرة وتحليله حماية لرجال الفضاء من احتمال وجود أية مواد سامة قد تسبب لهم التهيج أو تعرضهم للأخطار .

وقد نجحوا تماماً فى استبعاد ظهور أعراض الغثيان التى ظهرت على رجال الاختبار السابقين . حتى الطلاء ثبت أنه يمكن أن يكون منشأ لبعض المشاكل الخطيرة ، فقام المهندسون بصنفرة الغرفة للتخلص من آخر أثر للطلاء. كما أزالوا كل قطع الخشب . واستبدلت بعوازل الأسلاك والأنابيب البلاستيك

مو د لاتتفاعل مع الأكسجين النقى أوغيره من المواد الكيمائية الموجودة فى جو سفينة الفضاء المقفلة .

فلما جاءت الستينات الوسطى ، كانت جيميني على وشك أن تصبح حقيقة تجرى بها عمليات طيرانية فى سفينة للفضاء يركبها رجلان ، وكانت أبوللو تسرع الخطى فى تقدمها نحو تجارب الطيران الأولى . وتأمل الولايات المتحدة فى تحقيق هدفها الذى تصبو إليه من إنزال رجلين على سطح القمر قبل نهاية هذا العقد . وها هى الناسا تمهد فى الوقت الحاضر إلى رواد الفضاء القيام برحلات تستغرق أسبوعين مستخدمين جواً من الأكسجين النقى ما لم يحدث طارىء قاهر يضطرها إلى إعادة التقدير وتغيير القرار . وتقر هيئة الناسا أن كل شىء مازال فى مجال الشك من الناحية الفسيولوجية . فما زال حتماً علينا أن نجرى التجارب الواسعة قبل أن نقرر نوع البيئة الغازية المقبولة للرحلات الفضائية طويلة المدى .

وقد سبق لنا فى مكان سابق من هذا الفصل أن ناقشنا مشكلة حفظ الأكسجين اللازم للرحلات طويلة المدى خلال الفضاء ، وذكرنا أن فريقاً من الملاحين ، يتألف من أربعة رجال ، يستهلك ٣٠٠٠ رطل من الأكسجين فى العام الواحد . كما أوضحنا أنه ليس من اللازم أن نختزن كل هذا الأكسجين فى قناطيس كبيرة وثقيلة ، وأنه فى الإمكان أيضاً أن نستمد الأكسجين من كيماويات فوق أكسيدية تمتاز بقدرتها على امتصاص ثانى أكسيد الكربون من الجو علاوة على إنتاج الأكسجين النقى .

ويبدو أن مشكلة التزويد بالأكسجين قاربت على الانتهاء . ولكننا لم نصل بعد إلى حل للحاجيات الأخرى التى تلزم هذا المخلوق الفسيولوجى الذى يعرف بالإنسان . ويتضح بعملية حسابية بسيطة أن الرجل المتوسط يستهلك مايعادل وزنه من الأطعمة والسوائل والغازات كل عشرين يوماً .

ويحتاج الرجل الذى يزن ١٥٤ رطلاً فى أقل من عام إلى مايقرب من طن من الأكسجين والطعام والماء . وسرعان مايصبح هذا الأمر من الموانع ، سواء من حيث الحجم أوالوزن ، لدرجة أنه يصبح من المستحيل تجهيز السفينة بضروريات الحياة لفريق من أربعة أوخمسة رجال فى رحلة طويلة جداً .

وقد قامت الحكومة بدراسة مستفيضة لقرارات قادة علمائنا ، يتضح منها « أن علينا أن نلجأ إلى استغلال خرج الإنسان (فضلات الجسم) لإنتاج دخل جديد ، أى علينا أن نجدد بعض فضلات الإنسان . وقد كان بودنا أن نتفادى هذا قدر الامكان ، وها نحن نحاول كل فكرة ممكنة لمد الفترة الزمنية التى لانضطر فيها لتجديد أى جزء من فضلات الإنسان إلى طعام » .

وقد قبل العلماء مدى أربعة أسابيع كحد لفترة التزويد بالأطعمة الأساسية التى تستطيع سفينة الفضاء حملها . فإذا ماوصلنا إلى هذا الحد كان لزاماً على العلماء « أن يبدأوا على الأقل عملية تجديد جزئى لفضلات الإنسان . . . » .

ويشير تقرير مجلس الشيوخ إلى « أنه يجدر بنا أن ندرس بعض الآراء الأصلية كتطوير بعض المركبات البنائية فى جسم الكبسولة نفسها بحيث يمكن استغلالها كمادة صالحة للأكل . إلا أن هذا لن يؤدى إلى إطالة فترة عدم التجديد أكثر من أربعة إلى ستة أسابيع ، نضطر بعدها إلى دراسة احتمال استغلال فضلات الإنسان لتموينه بمتطلبات الدخل .

« ويبدو أن ماء التبول من الفضلات الأولى التى سنعمل بها باستخدام الراتنجات التى يحدث فيها التبادل الاختيارى للأيونات . ويقال إنه فى الإمكان تحويل هذا الماء إلى ماء صالح للشرب أو للاستعمال مع الأطعمة المجففة . وسيؤدى هذا إلى مد فترة الطيران إلى حوالى ثلاثة أشهر ، نضطر بعدها إلى دراسة إمكان تحقيق جهاز تجديدى كامل، جهازيستغل كل فضلات جسم الإنسان .

« على أن لدينا . . . جهازاً دورياً تستخدم فيه فضلات الإنسان طعاماً عن طريق استخدام مايعرف بالجهاز الطحلبي ، ولا يستخدم هذا الجهاز فضلات بشرية معينة فحسب ، مثل ثانى أكسيد الكربون وبعض المواد العضوية الجامدة ، ولكنه يحتاج فى نموه إلى الإشعاع الشمسى .

« وتطلق الطحالب الأكسجين أثناء نموها ، وهذا بطبيعة الحال أحد مستلزمات حياة الإنسان . كما أن الطحالب نفسها تمدنا بطعام مغذ يحتوى على الأحماض الأمينية اللازمة ، علاوة على ما نحتـــاجه من البروتينات والكاربوإيدرات .

« ولذا كان هذا من المجالات التى نقوم بدراستها دراسة جدية ، وربما استطعنا فى خلال خمس سنوات ، إذا سارت الأمور على نحو ما نتوقع ، أن نصل إلى صنع نموذج لجهاز محكم القفل يمكن اختباره فى الفضاء .

« ومن المشاكل التى ينتظر دراستها فى الفضاء باستخدام هذا الجهاز أثر الإشعاع على الطحالب . فقد يكون الإشعاع سبباً فى تغير مفاجئ ضار ، وقد يقتل الجهاز الطحلبي . فلو حدث هذا والرجل فى المدار بين الأرض والمريخ لكان حدثاً مميتاً . كما أن درجة الحرارة تؤثر على نمو الطحالب ، ولذا كان علينا أن نعتنى كثيراً باختيار الجهاز الطحلبي » .

وبالاختصار . . .

فإن الجهاز اللاتجديدى الذى استخدمه إلى حد ما كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتى فى طيرانات سفن الفضاء ميركورى وفوستوك ، يستغل كل الوسائل الممكنة للتخزين المضغوط للأطعمة. وتحفظ الأطعمة بطريقة التجفيف والتشعيع والتجفيد . إلا أن لهذه الإجراءات ، رغم فائدتها ، قيمة محدودة ، ولا تصلح إلا للرحلات قصيرة المدى نسبياً فيما فوق الأرض .

على أنه لابد من أن يصبح الجهاز التجديدى طويل المدى ، كما جاء فى

تقرير مجلس الشيوخ ، فلكاً فضائياً صغيراً ، يكون بمثابة امتداد للأرض من حيث سماحه للتجديد الكامل لفضلات ساكنيه إلى أطعمة وكيماويات مقبولة من الناحية الفسيولوجية للابقاء على الحياة .

أما الناحية السيكولوجية فتروك أمرحلها للرجل ذاته. فإن الدورة التجديدية ستظل تعمل باستمرار ، بأن تمتص الفضلات الغازية ، والسموم المهيجة ، والتلوثات ، والفضلات السائلة والجامدة ، لتهضمها داخل أوعيتها وأعضائها غير الظاهرة ، لإعادتها في النهاية في صورة مقبولة للاستهلاك المستمر ، ولو أنها قد تسبب صرخات الفزع في قلوب الملاحين .

ويعمل علماء الملاحة الجوية الفلكية بالسلاح الجوى ، في مدرسة طب الفضاء الجوى في سان أنطونيو بتكساس ، بانتظام في سبيل إنتاج العناصر الضرورية للجهاز التجديدى في سفينة الفضاء التي تبقى على حياة الإنسان خلال الشهور أو السنين التي تستغرقها رحلاته في بحور الفضاء المظلمة . ويهتم فريق السلاح الجوى اهتماماً خاصاً بالجهاز المبنى على التخليق الضوئى للنباتات الخضراء ، الذى تنمو فيه النباتات الكلوروفيلية (مثل الطحالب) وتتكاثر عن طريق التفاعل بين ثانى أكسيد الكربون والضوء .

فمن كان يتصور أن الرغوة البيئية المائلة إلى الاخضرار التي تعيش على سطوح البرك الراكدة ، أو الكلأ الأخضر الغروى الذى يكسو الصخور المغمورة في مجارى المياه الضحلة ، أو حشائش البحر العادية وكل النباتات البدائية التي تعرف بالطحالب ، من كان يظن أنها كانت ستمسك في يوم من الأيام في يدها مفتاح كشف الكواكب البعيدة !

وقد ذكر فرانك جيوستى الذى يعمل بشركة الطيران المتحدة : « إن أنواع الطحالب التي نقوم بدراستها في سبيل استخدامها في الفضاء هى كائنات حية وحيدة الخلية ، يتألف كل نبات منها من خلية واحدة في حجم خلية الدم

البشرى . وقد تبدو هذه النباتات مثالاً للبساطة فى تركيبها ، فلا جذوع ولا أوراق ولا جذور ولا أى نوع آخر من الأنسجة المتباينة . إلا أن كل خلية فى حد ذاتها كائن حى كامل أكثر تعقيداً من الخلايا المفردة التى يتكون من مجموعها الإنسان .

« وتتكاثر الخلايا بسرعة كبيرة ، مما يجعلها صالحة لمساندة رجال الفضاء . فمعدل تكاثر الطحالب وحيدة الخلية أكبر معدل بين جميع النباتات الخضراء المعروفة .فى وسعها أن تتضاعف من ثلاث إلى تسع مرات ، تبعاً للنوع ، كل أربع وعشرين ساعة . أى أن النبات الواحد يتضاعف فى اليوم الواحد إلى ٥١٢ نباتاً »[١] .

ويشير الدكتور « كالفين وارد » الذى يعمل بمدرسة الطب الفضائى الجوى إلى : « أن الطحالب ، كمصدر للتغذية ، تحوى ما يحتاجه الإنسان . فنسبة البروتين فيه حوالى خمسين فى المائة ، وهى نسبة لا تقل كثيراً عنها فى اللحم البقرى . كما أنهـا تحتوى على الدهنيات والكربوإيدرات والمعادن والفيتامينات. إلا أن من المصاعب فى استخدامها طعاماً أن لكل من هذه الخلايا جداراً من السيلولوز لا يستطيع الجهاز الهضمى للإنسان تحطيمه . ولذا كان لابد ،للحصول على أعلى قيمة غذائية منه ، من معالجتها بوسيلة ما قبل تناولها كما نفعل عادة مع الخضروات التى نأكلها ، كأن نغليهـا مثلاً ، أو نطحنها ، أو نعرضها للأمواج فوق السمعية التى تستطيع تحطيم الخلايا » :

ومن أهم جوانب إمكان استخدام الطحالب فى سفينة الفضاء ذات الجهاز المقفل أننا لا زلنا نعرف القليل جداً عن إمكانيات الطحالب . فنحن نفكر

(١) من مجلة Bee Hiye (خلية النحل) التى تصدرها شركة الطيران المتحدة هارتفورد الشرقية .

فى هذه الرغوة المائلة إلى الخضرة على أنها مجرد نوع من النبات . وقليلون هم الذين يدركون أن هناك حوالى أربعين ألف نوع من مختلف الطحالب لا بد لنا من أن نجرى عليها التجارب بسبب قلة ما نعرفه عن خصائصها ، أو ما يمكن أن يكون لها من قيم عظمى . ولذا كان علينا أن نتجه ، ضمن اتجاهاتنا للسفر إلى الكواكب الأخرى ، لا بعيداً عن كوكبنا ، بل إلى الأحواض والأكواب والبرك الراكدة هنا على سطح الأرض .

على أن استخدام الطحالب فى خلق جهاز تجديدى لسفن الفضاء المستقبلة لن يكون مفاجأة لخبراء الصحة العامة فى مدننا الكبرى . فقد تكون لديهم الدليل الكافى على أن النمو والتكاثر السريع فى المجموعة النباتية والمجموعة الحيوانية ، التى تنتج فى البواليع ، يرجعان إلى وجود فضلات الإنسان التى تساعد على النمو السريع للخمائر والفطريات والبكتيريا والطحالب والديدان والبروتوزوات ، علاوة على المراتب الأعلى من الحياة كالسلاحف والضفادع .

وقد انضم الدكتور ويلكس ، أستاذ علوم الحياة فى كلية جنوبى غربى تكساس ، فى عام ١٩٤٩ ، إلى فريق الباحثين بالسلاح الجوى . وهو أحد العلماء الذين يبحثون عن أنواع أخرى من المملكة النباتية ، قد يتضح تفوقها فى ناحية أو أخرى على الطحالب التى لقيت أعظم اهتمام من أكثر باحثينا . وهو يعمل بكد ونشاط فى معمل على البيئة (الإيكولوجيا) بمدرسة الطب الفضائى الجوى ، فى محاولة لكشف إمكانيات النبات المعروف باسم حشيش البط ، الذى يختلف عن الطحالب فى أنه يتركب من خلايا كلوروفيلية ، وفى استطاعته أن يعيش على أساس التخليق الضوئى . وهى تتكاثر بسرعة كبيرة ، مما يجعلها من الأهمية بمكان بالنسبة للأجهزة البيئية فى سفن الفضاء ، وتمتاز عن الطحالب بطعمها المقبول لدى الإنسان .

ويقول الدكتور ويلكس وعلى وجهه كشرة ظاهرة إن : « فى الإمكان تحضير طبق شهى من السلطة من هذه الحشائش طازجة ومتبلة » . على أنه فى الإمكان تحضير حبوب من حشيش البط المجفف بطحن النبات وضغطه فى قوالب على شكل الحبوب . فإذا كنت تحب الحشيش المجفف فهو طعام عظيم

ويضيف الدكتور ويلكس . « إن نتائج التحليل المبدئى قد أوضحت أن لحشيش البط قيمة غذائية عالية . فهو يحتوى على نسبة عالية من البروتين ويحتوى على نسبة من الدهنيات والسكاربوإيدارات وكل الأحماض الأمينية الضرورية . وعلينا أن نقوم ببحث دقيق فى مجال التغذية لإمكان المفاضلة بين الطحالب وحشيش البط .

وعلينا أن نسرع إلى الفضاء مع فتح جميع الأبواب والنوافذ على مصراعيها لكى نقرر مدى تقدم بحوثنا فى هذه المجالات وغيرها من المجالات التى تعنى باستخدام النباتات فى جهاز بيئى مقفل . ولن تكون نتائج هذه العملية أسواء بأى حال من تكليف فريق من الرجال بالقيام برحلة طويلة دون دراسة وافية للأجهزة البيئية .

على أننا ندرك أن هناك معدلات مختلفة فى نمو بعض الحياة الحيوانية التى تبدو منتعشة على فضلات الكائنات البشرية ، الجامدة والسائلة . إلا أننا نفتقر لسوء الحظ إلى البحث فى طبيعة هذا النمو . وقد بدأ هذا البحث فعلاً ضمن برامج منظمة للبحث فتحت لها الاعتمادات المالية . كما أننا ندرك أن أنواعاً كثيرة من الميكروبات تعبر عن اعترافها بالجميل الذى تقدمه لها فضلات الإنسان ، وذلك باستعراض انتعاشها على هذه الفضلات ، ولو أننا لا ندرك الكثير عن تقسيم كل هذه العمليات تقسيماً مضبوطاً .

وقد أوضح روبرت تيشر ، رئيس قسم الميكروبيولوجيا بجامعة ولاية

مسيسى : « أننا لا نعلم شيئاً عن الأنواع التى يمكن أن تسود فى الدورة المقفلة ، أو عن احتمال الاعتماد على الأنواع التى تسود فعلاً فى إمدادنا بالتحويلات الكيميائية الحيوية الضرورية ضماناً لاستمرار التغذية للكائن الحى التالى .

« ومعنى هذا ، من الناحيتين الكيماوية الحيوية والميكروبيولوجية أن البحث الذى يؤدى بنا إلى دورة غذائية ناجحة لا يقل بأى حال من الأحوال عن مستنقع على » .

ومما لاشك فيه أن أصاب الجاعات عوداً بين الباحثين فى عصر الفضاء هم أولئك الذين يضغطون على أنفسهم ويتناسون للمواد التى تنتج فى الاختبارات التى تحول فيها فضلات الإنسان إلى مواد تصلح للأكل . هؤلاء هم الأبطال المجهولون فى هذا المجهود البحثى الفريد (مع أنهم كثيراً ما شوهدوا فى مواقع الاختبار وهم يبتعدون مسرعين ، عاجزين عن التغلب على رغبة معداتهم فى طرد ما يعتبر ، من الناحية السيكولوجية ، ورطة مريعة تعافها النفس) .

والحاجة ماسة إلى فصل الطحالب غير المحكومة وغيرها عن النباتات التى تنتج وجبات محكومة مقبولة الطعم . فلا فائدة تذكر من إنتاج جهاز يكون طعاماً يؤكل دون قبول ، والتفكير فى فريق من ملاحى الفضاء يسبحون فى ظلمات الفضاء وهم يموتون جوعاً بينما تكتظ من حولهم الأطعمة التى تعافها النفس وتثير الغضب .

ويشير تيشر إلى أن الطحالب تنمو فى درجات من التشبع بفضلات الإنسان تمتد من واحد إلى مائة فى المائة تقريباً . على أن بعضاً من الطحالب تحيل هذه الفضلات إلى أكسجين وبروتوبلازم الطحلب ، تاركة وراءها خليطاً معقداً من الأغذية التى لا بد من استخدامها فى الأجهزة البيئية .

ولنضرب مثلاً لسلسلة الحياة فى الدورة البيئية المقفلة داخل سفينة الفضاء ...
تبدأ بانتعاش الطحالب فى حمامها الغذائى المكون من فضلات الإنسان، وإمدادها بقدر كاف من الإشعاع لإسراع النمو . وبعد أن تؤدى الطحالب عملها فى تحليل الفضلات ، تقوم البكتيريا بمهاجمة ما يتبقى من المواد الغذائية وامتصاصها . ثم يأتى بعد ذلك دور البروتوزوا التى تلتهم البكتيريا . ومن هنا ننتقل إلى مرتبة أعلى من مراتب الحياة ، لها القدرة على الحركة .

فهل رأيت فى حياتك حيوانات قشرية دقيقة وهى تعمل ؟ لقد رآها كثيرون دون علم بها . فبرغوت الماء العادى يتصف بسرعة الحركة وشراهة الشهية (وهو حيوان قشرى دقيق) ، وفى وسع سرب من هذه المخلوقات الدقيقة أن تشق طريقها فى ساعات خلال كل الطحالب الموجودة على بركة راكدة .

والآن ماذا يحدث بعد أن أدت البراغيث عملياتها الالتهامية ؟ إلا أنه من حسن الحظ أن هذه الحيوانات الدقيقة الشرهة التى تشبه السوس ، متخلفة فى عملياتها الهضمية . فلا تكاد تُطَهِّر البركة حتى تمتلىء بطونها بالطحالب غير المهضومة . فإن القشرة الخارجية للطحالب هى السبب ، ويؤدى ذلك إلى أن تصبح هذه البراغيث المنتفخة فى الواقع تجمعات طافية من الطحالب تلتصق فى صورة حزم مفردة .

وتتركز الحيلة الآن فى تحويل هذا البرغوث المترهل إلى حياة جديدة من مرتبة أعلى . ومن الطرق التى تؤدى إلى هذا (ولو أنها حيلة دقيقة تحت ظروف انعدام الجاذبية) إدخال هذه المرتبة العالية من الحياة . والحل فى هذه الحالة ، قبل أن نخرج من البيئة السائلة ، هو السمك . ومن حسن الحظ أيضاً أن هناك أنواعاً كثيرةً من السمك تستطيع أن تعتمد على الإبقاء على حياتها

غالباً ، أو كلية في بعض الأحيان ، على الطحالب . نعم ، قد يحدث أن لا تصطاد الطحالب بالذات طعاماً لها ، ولكنها تشتهي براغيث الماء التي تشتهي بدورها الطحالب . . . وهكذا .

وقد تيسر لنا بهذه الوسيلة جهاز يقدم لنا حياة نباتية ، في وسعنا بإمكانيات مناسبة ، أن نطحنها إلى مسحوق . ثم نتبلها بالثوم أو بأية بهارات أخرى ، ونكبسها إلى حبوب مغذية للإبقاء على الحياة . نعم قد لا تلقى قبولاً عند خبراء الأطعمة ، وقد يقتضي ذلك منا إضافة شرط على مؤهلات رائد الفضاء ، كأن تكون له معدة من حديد علاوة على مهارته التكنولوجية .

على أنه كلما زاد التعمق في دراسة هذا الجهاز زادت سرعة تضخم التعقيد وتعدد المشاكل الجديدة . فها نحن لم نفعل أكثر من خدش سطحي لنوع ومدى البحث الذي يتطلبه هذا المجال بإلحاح . فلابد أولاً من اختيار وتكييف الطحالب المناسبة أو أي نبات مناسب آخر ، كما أنه من اللازم دراسة مدى نمو وتكاثر هذه الحياة النباتية تحت ظروف الجاذبية الكبيرة التي تصل إلى ٨ ج أثناء الصعود خلال جو الأرض . ثم ما هو تأثير انعدام الوزن على النبات بعد أن تدخل السفينة مدارها ؟ فهل يبقى النبات (وغيره من عناصر السلسلة البيولوجية التي تقوم ببنائها) على قيد الحياة تحت ظروف الطيران الحر مدى أيام أو أسابيع أو شهور ؟ أو هل يطرأ على تركيبه أو تركيبها تغيرات من الأهمية بحيث تؤثر على قيامها بوظائفها وتحطم السلسلة البيولوجية الحساسة لسفينة الفضاء ؟ ثم ما هو تأثير الإشعاع الذي يتوفر في الفضاء ؟ ماذا يكون لطوفانات الإشعاع الشمسي من عواصف بروتونية وتفاعلها مع الأحزمة الإشعاعية التي تطوق أرضنا ، وغمر السفينة الفضائية وما حوت بفيض من الإشعاعات الكونية أو الإشعاعات التي تصدر مما بين النجوم ؟ وماذا تحدثه التغيرات الخفية التي لا تتكشف إلا بعد مضي ستة شهور ، وعندها لن

تتوفر لدينا الوسائل التى نحمى بها السلسلة البيولوجية إلى أن تصل إلى الأرض ؟

إنه لجميل أن نتحدث ببساطة ولطف عن هذه السلسلة البيولوجية وأجزائها المنفصلة . ولكن من يدرى ماذا تفعل براغيث الماء فى بيئة لا وزن لها ؟ وماذا يفعل السمك بعد أن يفقد وزنه ؟ وإذا كان لابد من حفظ السمك فى وعاء محكم القفل لمنع الماء من الطرطشة بلا حساب فى حيز القمرة ، ومنعه من الطفو فى أرجائها ، فماذا يواجهنا من مشاكل فى حوض يخلو من حيز هوائى بين الماء وغطاء الحوض ؟ وكنا نود أن نقول بين الماء والجانب العلوى للحوض ، إلا أننا فى هذه الحالة تحت تأثير انعـــدام الوزن حيث لا معنى للجانب العلوى أو الجانب السفلى .

على أن هناك من ينظرون بفزع كبير إلى هـذا الجهاز أو النظام الذى لا يفصل بين الإنسان فيه وأكل براغيث الماء فى الفضاء سوى خطوة واحدة عن طريق السمك . فها هم علماء النفس يجاهرون بأنه لن يمضى وقت طويل حتى يصبح التدريب ، مهما بلغ من الدقة والعناية ، عاجزاً عن الإبقاء على قوة الروح المعنوية لرجال الفضاء . فلن يعودوا يهتمون بالمهارات المطلوبة منهم ، وسيتحولون من ملاحين على درجة عالية من التدريب إلى فريق من البلداء المستهترين ، يتجولون بلا اكتراث فى أرجاء قمرتهم وقد أصابهم الملل من وجباتهم الحشيشية التى تخلو من الطعم دون أى اهتمام بمـا يحدث بعد ذلك . فليس فى وسع الإنسان أن يظل فرداً منتجاً للطاقة والمهارة فى جو من الاضطراد والتواتر يعيش فيه يوماً بعد يوم ، وخاصة عندما تبلغ مشاكله النفسية هـذه الدرجة من التعقيد ، علاوة على ما تتطلبه مهنة ارتياد الفضاء من واجبات وما تتعرض له من أخطار .

ولابد من أن يؤدى ذلك إلى تحبيذ فكرة وجود مراتب أعلى من الحياة على ظهر سفينة الفضاء إلى أن يبدأ واحد منا يسأل أين سفينة الفضاء ؟ وكيف وصلنا فى تفكيرنا إلى هذه المزرعة الخيالية ؟ وهاهو الجهاز البيولوجى يزداد حجماً واتساعاً وتعقيداً بسرعة مخيفة ، تجعل منه طريقة لاتصلح لحل مشاكل دخل الإنسان وخرجه . إلا أنه لم يمكن لسوء الحظ التوصل إلى طريقة أفضل .

على أن الماعز حيوان غير متعنت فى تناول طعامه ، ولاشك فى أنه لايمانع فى مضغ كثير من الفضلات التى تنتج داخل أية سفينة الفضاء ، يطفو فرحاً فى حيز السفينة وهو يهضم طعامه ، فيحول الفضلات إلى نوع من اللحوم يتلهف لتناولها رجل الفضاء الذى يعيش على حشائش البحر المطحونة . ولنفرض عنزاً متوسطا يزن حوالى ٩٠ رطلاً . فمن الواضح أن هؤلاء العلماء ، الذين ينصحون باستخدام الماعز لسفن الفضاء ، لم يقضوا معه وقتاً كافياً ، وإلا لأدركوا أن هؤلاء الأصدقاء ذوى القرون يفرزون من الروائح الكريهة ماتعافه الأنوف . كما أن طباعها أفظع مما يقبله المجتمع المنيف فى سفينة الفضاء محدودة الحجم ، ويغلب أن يصل الغضب بأحد روادها إلى حد ذبح العنز قبل أن يتم مهمته فى تناول الفضلات وقبل أن يكون على استعداد للضربة القاضية.

فإذا ما حدث هذا فقد يبلغ إنتاج العنز الذى كان يزن تسعين رطلاً ، خمسة وعشرين إلى ثلاثين رطلاً من الأطعمة الصالحة للأكل . أما سلخ العنز وتنظيفه وتحضيره وطبخه ، فى ظروف انعدام الوزن ، فيعتبر عملاً من الأعمال الفذة التى تنال قسطاً كبيراً من التصفيق الحاد لم يحظ به أرقى لاعبى البهلوانات .

فإذا تم كل شىء ، وبقى الدم والحوافر والقرون والأحشاء والجلد والسوائل وباقى الذبيحة ملقاة أوطافية فى أرجاء القمرة ، فماذا يستطيع الفرد أن يعمل بها ؟

وسرعان ما نعود إلى المشاكل الأساسية . فكفاءة المنز محدودة فى تحويل الطاقة . ولا بد من أن يكون المخلوق ، الذى تتطلبه رحلة طويلة إلى أعماق الفضاء ، قادراً على تحويل ١٠٠ فى المائة من المرحلة السابقة فى السلسلة البيولوجية ، ولا بد له فى نفس الوقت أن يكون من المسكن استهلاكه كاملاً . وهذا هو السبب الذى لقى السمك من أجله كل هذا الاهتمام فى مجال البحث .

ومهما كانت الإجابات على هذا السؤال ، فإن الفرد منا لا يقبل راضياً أن يدخل سلسلة واسعة معقدة من الوسائل التى تمد للإبقاء على حياة الإنسان عن طريق امتصاص فضلاته لتنتج منها مواد يقبل الإنسان على ابتلاعها . وهنا يبدأ الإنسان فى تخيل تجمعات هائلة من الأوعية المليئة بالفقاقيع وأكواب مايئة بالرغوات عندما يحصور مطاردة البروتوزوا للبكتريا ، ثم الهجوم الوحشى الذى تقوم به براغيث الماء الجوعانة ، ثم اعتداء السمك المريع على هذه البراغيث ، بينما يقف الإنسان متفرجاً على هذه السلسلة من الحوادث البيولوجية ، ينتظر حتى يحضر وجبته من الحشائش المجففة ، والأسماك الخاملة ومراقبة درجة الحرارة ، ومرور الماء ، والكيماويات ، والمقتضيات الميكانيكية والكهربية للجهاز ، وغيرها من أمور ضرورية منتظمة — هذه كلها أعمال لا تتطلب وجود مجرد رائد للفضاء ، بل مزارع للأحياء المائية عديمة الوزن ، يتوفر فيه التيقظ فى كل وقت لمنع أى تدخل مهما قل شأنه مع أجهزته . ولن يكون من السهل فى هذه الحالة أن يجد الإنسان مصيره بين النجوم . إلا أن أشياء أكثر غرابة قد حدثت مرة أخرى .

وكثيراً ما أثير هذا السؤال : لماذا لا نتخلص من الفضلات التى لا تصلح للاستخدام بإلقائها على ظهر سفينة الفضاء — لا بل خارج سفينة الفضاء ؟ إنه من السهولة بمكان أن نفعل هذا . إلا أنه فى ظروف الطيران الفضائى ، الفريدة فى نوعها ، والظروف التى تطير فيها سفينة الفضاء طيراناً حراً بين العوالم ،

فإن التخلص من الفضلات بقذفها خارج السفينة لا يؤدى إلى التخلص منها بتاتاً .

فمن الجائز أن تكون سفينة الفضاء منطلقة من الأرض إلى المريخ ، إلا أن هذا الانطلاق مضلل للإنسان . فإن الرجال لا يشعرون بأى إحساس للحركة بطبيعة الحال إلا إذا نظروا إلى الشمس التى يصغر حجمها ويقل لمعانها يوماً فيوماً ، أو إلى النجوم التى يبدو عدد قليل منها وكأنه ينتقل من مواضعه ببطء شديد . ولو أنه لم ينظر إلى هذه الأجرام السماوية لما كانت لديه فى الواقع أية وسيلة لقياس أى حركة بالمرة ، ولشعر أنه معلق فى مالانهاية له بالرغم من اندفاعه فى الفضاء اندفاعاً حراً .

ولكن السفينة تجرى ، وبسرعة تبلغ عدة آلاف من الأميال فى الساعة الواحدة . فإذا قذفت أى شىء من سفينة الفضاء تحرك بعيداً عنها فى اتجاه يميل عليها ، ثم يأخذ فى الدوران متجهاً نحو السفينة مرة أخرى . ولما كانت السفينة تحمل معها فضلاتها ، فإن إلقاء تلك الفضلات لن يغير فى كمية تحرك السفينة. فالإلقاء لا يؤثر إلا فى إكساب الفضلات حركة زاوية طفيفة ، ولكنها تبقى ملازمة لسفينة الفضاء التى يقع فيها مركز ثقل كونها الجذبى .

وقد حدث فى عدة طيرانات من رحلات ميركورى أن ألقى رواد الفضاء من السفينة قمراً صناعياً مضيئاً ، دفعه بعيداً عن الكبسولة زنبرك قوى . وكان رواد الفضاء يراقبون هذا القمير المضىء عندما ينطلق من الكبسولة فى محاولة لتعيين بعده ومسار انطلاقه (لاختبار الإحساس بالعمق تمهيداً لعملية التلاق فى المدار فى برنامج جيمينى) .

وفى الرحلة التى قام بها جوردون كوبر اختفى القمير المضىء نهائياً من مجال النظر . إلا أنه عاد فظهر مرة أخرى بعد عدة ساعات يدور حول الكبسولة

ميركورى فى مدار واسع . فقد اختار هذا القمير لنفسه مداراً حول الكبسولة لم يكن للأرض أى تأثير عليه .

تركيبية فريدة من نوعها . تدور شمسنا فى مدار حول مركز يقع فى عالم المجرة (طريق التبانة) ، الذى تنتمى إليه مجموعتنا الشمسية التى تعد من العوالم البعيدة فيه . وهانحن نقدر السرعة المدارية للشمس بمقدار ٧٫٢٠٠ ميل فى الساعة. ثم تدور الأرض فى مدار حول الشمس بسرعة ٦٦٫٠٠٠ ميل فى الساعة . وأخيراً تدور الكبسولة ميركورى حول الأرض بسرعة قدرها ١٧٫٥٤٥ ميلاً فى الساعة . وفى النهاية ، إكمالاً لهذه السلسلة من الأجرام السماوية يأتى دور القمير للضوء الذى يدور حول الكبسولة ذاتها .

ولنعد الآن إلى سفينتنا المنطلقة نحو المريخ وفضلاتها المقذوفة منها . فلوأن هذه الطريقة استخدمت فى التخلص من الفضلات فى رحلة طيرانية طويلة خلال الفضاء ، فلن يمضى وقت طويل حتى تصبح سفينة الفضاء أشبه برأس النيزك — عبارة عن كتلة جامدة تحيط بها أسراب من المخلفات الكريهة. فمهما كان نوع هذه المخلفات التى نلقى بها من السفينة ، سواء كانت فضلات بشرية أوغازات ، فإنها سوف تتحرك بعيداً لتتخذ لها مداراً حول سفينة الفضاء. وقدوجد بالحساب أن فى وسع هذه الفضلات والمخلفات فى مدة عدة شهور أن تلوث مناظر الكون .

على أنه من الممكن التخلص من الفضلات البشرية بطريقة لا ينفر منها أولئك الذين يهوون المناظر الجميلة . ففى الإمكان طحنها إلى مسحوق دقيق ثم كبسها ، على أن تحرق بعد ذلك بشرارة كهربائية قوية تحولها إلى ماأطلق عليه أحد علماء السلاح الجوى إسم الأيونات المحمرة . وقد حاول عدد من الطيارين اختبار هذه الطريقة فى التخلص من فضلاتهم ، فما كان منهم إلاأنهم وجدوا أنفسهم مدفوعين إلى وصف غرفة الاختبار بأنهاغرفة الدخان الأزرق .

إلا أن هذه الوسيلة التى كانت فى مناسبة ما مجلبة للطرب ، أصبحت فى مناسبة أخرى كارثة عندما تفجر جهاز الاختبار فجأة بوابل من الشرر اللامع واندلعت فيه اللهب . وهو شىء بعيد كل البعد عن أن يكون مجلبة لهدوء أعصاب فريق ملاحى سفينة الفضاء وهم على بعد يزيد على عشرين مليون ميل من أى شىء فى الكون .

سفينة الفضاء تتآكل :

أشرنا فى موضع سابق من هذا الباب إلى اقتراح تقدم به فريق من العلماء الباحثين أنه من الجائز أن تبنى بعض أجزاء سفن الفضاء فى المستقبل من مواد معينة يمكن قطعها فى حالة الطوارئ ليأكلها سكان السفينة . وقد كان هذا الاقتراح عندما وضع منذ بضع سنوات أقرب إلى الحقيقة مما كان يتوقعه كثير من الناس . وقد كانت أجزاء سفينة الفضاء ، الصالحة للتناول ، موجودة بالفعل فى ربيع ١٩٦٣ بفضل المجهودات التى كان قد بذلها الدكتور سيدنى شوارتس الذى يعمل فى شركة جرومان للطائرات . وكان هذا بمثابة الفرج للذين تطوعوا للاختبارات اللابطولية التى أجريت على أجهزة سفن فضاء المستقبل ، إذ وجدوا فى علاج شوارتس لمشكلة الطعام وجبة لها مذاق حبوب الإفطار الممزوج برائحة الموز .

على أن مادة شوارتس مادة مدهشة من حيث طرق استخدامها . فهى بمثابة خطوة واسعة سريعة ، لا من حيث استعمالها فى سفن الفضاء المستقبلة على هيئة لوحات التركيب فى القمرات أوالمقابض أوالمفاتيح أو الأيدى أو الأرفف وغير ذلك من المركبات فحسب ، ولكن فوق ذلك من حيث استعمالها كأجزاء من طائرات خفيفة . وفى هذا المثال الأخير تصلح أجزاء الطائرات ، المصنوعة من مادة شوارتس للبناء والأكل ، وجبات لركاب الطائرات إذا

ما وقع لهم طارىء اضطرهم للهبوط فى مكان معزول يبقون فيه بضعة أيام أو أسابيع.

ومادة شوارتس أجد من قوالب البناء ، وفى الإمكان ثقبها وخرطها ونشرها وتشكيلها بالآلات ، كما يمكن سبكها وثنيها وسحبها . كل هذا بفضل الدكتور شوارتس الذى أتم أول عملية للطبخ على بضائع اشتراها من بقال محلى كلفته أقل من خمسة دولارات . فلما أتم طبخه كان قد استخدم دقيق القمح ونشاء الحنطة ومسحوق اللبن ومسحوق الموز وجريش الذرة (والأخير يمد العجين بالقوة والتماسك) ، فإذا خبزت هذه العجينة لمدة تسع دقائق فى مكبس مائى ، تحولت إلى مادة بلورية تحتوى على ما يقرب من مائة سعر من الحرارة لكل أونس[1] ounce .

ومن البساطة بمكان تحضير وجبة الطوارئ من هذه الطبخة . إذا تكشط المادة من جدران سفينة الفضاء ، ثم تنقع فى ماء (١٨٠ درجة فهرنهيتية) مدة ساعتين ونصف ، أو فى ماء فى درجة حرارة الغرفة ، إذ لم يكن الماء الساخن متاحاً .

وتمتاز هذه المادة بإمكان استهلاكها فى وقت الطوارئ حتى إذا لم يكن الماء متاحاً (كما يحدث فى حالات تحطيم الطائرات) . ففى الإمكان طحن مادة شوارتس بقطعة من الحجر ، ثم سحقها أو تكسيرها بالسكين (أو بأية آله حديدية) ، لتؤكل جافة .

كما تمتاز مادة شوارتس خاصة من حيث أنها خطوة أساسية فى الانتقال من المواد التى تحضر عادة للاستخدام فى الطيران الفضائى . ولا تكلف سوى اثنى عشر سنتاً لكل رطل منها .

---

(١) الأونس يساوى ثلاثة أرباع الأوقية أو حوالى ٢٨ جراما.

الطباع فى الفضاء :

اقتنع علماء النازا بأنهم قد وصلوا إلى حـل لمشكلة من أخطر مشاكل الرحلات التى تنطلق من الأرض — اختزان فضلات الإنسان . ولـكنهم سرعان ما ينبهوننا إلى أنهم يقصدون الرحلات قصيرة المدى دون الرحلات الطويلة المدى التى تستغرق عدة شهور ، والتى مازالت حتى الآن موضوعاً للشك والجدل .

ويشير جيمس كوربيل وولتر جاى ، اللذان يعملان فى مركز سفن الفضاء المحملة بالبشر ، التابع للنازا ، إلى معالجة فضلات الإنسان ، سواء فى بدلة الضغط أو القمرة فيما يختص بسفينة الفضاء جيمينى ، فيقولان إنها ربمـا كانت أكثر مشاكل الإبقاء على الحياة تعقيداً فى برنامج جيمينى . وها هما يقدمان تقريرهما عن البدلة :

« لقد صمم جهاز التهوية فى بدلة الضغط بحيث يدخل الغاز فى غرفة عند الوسط ليوزع منها مباشرة إلى منطقة الوجه والذراعين والساقين ، ثم يخرج فى النهاية من الوسط ، وهو فى هذا يختلف عن جهاز ميركورى الذى كان الغاز يخرج فيه من عند القبعة . وتمتاز هذه الطريقة بمنع احتمال استنشاق رائد الفضاء للغازات السامة أو روائح الجسم الـكريهة . والجهاز مصمم بحيث يوجه الأكسجين باستمرار ، إذا ما رفعت القبعة ، ناحية منطقة الفم والأنف . ولما كان اللبس الجزئى يتضمن مضايقة رجل الفضاء بالجزء الأكبر من البدلة ، فإن مشكلة التخلص من الفضلات لازالت مشكلة صعبة . على أن لبس البدلة يتم عن طريق سوستة محكمة تمتد من تحت البطن تماماً حتى مفرق الساقين ثم ترتفع ثانية إلى الظهر حتى مفصل القبعة . وبهذا تقوم السوستة بتيسير عمليتى التبول والتبرز . وقد كان من المقرر فى الفترة الأولى من البرنامج أن تصميم

جهاز معين للتخلص من الفضلات ، يكون جزءاً مكملاً لكرسى اللفظ ، قد يؤدىٔ إلى تنفيذ تصميم الكرسى وتأخير تنفيذ البرنامج — وعلى ضوء هذا بدىٔ بتنفيذ نموذج لما يسمى « كيس التبرز » لاستخدامه فى سفن الفضاء ميركورى الضيقة — وهو جهاز يمتاز ببساطة استعماله ، يحوى مادة كياوية معقمة ، ومن السهل إحكام قفله وحزمه بعد الاستعمال . ويؤدى العمل المزدوج الذى تقوم به هذه السوستة إلى عـــدم الحاجة إلى لبس جهاز دائم لجمع البول على النحو الذى اتبع من قبل فى برنامج ميركورى — فبمجرد أن تصل سفينة الفضاء إلى المدار ، ينزع جهاز الجمع هذا الذى استخدم فى مرحلة البقاء على قاعدة الإطلاق . أما الفضلات التى تخرج بعد ذلك فتنقل بطريقة فريدة فى نوعها إلى جهاز التحكم فى البيئة . وسوف تساعد طريقة النقل هذه أيضاً على جمع عينات لتحليلها بعد كل عملية طيرانية » .

ويؤكد الاهتمام الواسع الذى حظى به موضوع التخلص من الفضلات (عبارة تبدو مخصصة للبقاء مع العنوان « غرفة الراحة ») أهمية الوصول إلى حل هذه المشاكل فى أسرع وقت ممكن . وقد أشار علماء النازا إلى أن محاولة تضمين مستودع الفضلات فى كرسى اللفظ بسفينة الفضاء جيمينى « يمكن أن يؤدى إلى تعقيد خطير فى تصميم الكرسى وتأخير البرنامج » . كما أن مناقشة مشاكل معالجة الفضلات أمام لجنة منبعثة من الكونجرس ، مع ما حدث من تأخير لبرنامج جيمينى عن مواعيده المقررة بما يزيد على سنة كاملة ، لن يؤدى إلى تقييم طيب لإدارة البرنامج .

وقد بذل كل من الكولونل فراتيس دف والكولونل توماس كولينز ، اللذين يعملان بمدرسة الطب الفضائى الجوى ، جهداً كبيراً لتوضيح مجال آخر من المشاكل المستقبلة التى لم تحـــظ بقسط وافر من المناقشة فى عرض برامج الطيران الفضائى فى المستقبل — مثل موضوع انتشار العدوى بين ملاحى

الفضاء . ويتضمن هذا المجال مشكلة الأمراض القابلة للانتقال . فكم تبلغ درجة الارتباك لو انتشرت الحصبة بين رجال الفضاء وهم فى منتصف الطريق بين الأرض والمريخ !

ويحتم القلق الذى أبداه عالما الطب بالسلاح الجوى اتخاذ كل خطوة ممكنة لضمان منع عمليات العدوى الحادة من أن تقع بين الملاحين وهم بعيدون عن الأرض . وهما يؤكدان أن من أهم الواجبات الحيوية اتخاذ الإجراءات الاحتياطية والدراسية للكشف عن رواد الفضاء القابلين للإصابة بالأمراض المعدية الحادة التى لم تتح لها حتى الآن لقاحات يعول عليها . وها هى الحصبة مثل حى لهذه الأمراض .

وعلاوة على هذا الاختيار لرواد الفضاء فلا زلنا نحاول تعيين آثار هذه العدوى الخفية المعتدلة التى قد تشتد فى مختلف الظروف التى تتوفر فى رحلات الفضاء وتصيب الآخرين بالعدوى ، وتجلب الضرر لرواد الفضاء . ومن هذه الطوارئ الأمراض الجلدية ، والفطرية ، والتهابات الأذن الخارجية ، والقوبة المفردة ، والتهيج الناشىء عن الدورة الإبرية . كما أن وجود النسيج اللمفاوى اللوزى ، الذى قد يكون حاجزاً واقياً ضد العدوى الغزوية ، قد يكون بالرغم من هذا بمثابة مستودع للميكروبات المعدية التى قد يتأثر بها أعضاء آخرون من فريق الملاحين .

على أن الإجراءات الوقائية التى ينادى بها علماء السلاح الجوى تتطلب بعضاً من أعجب الوسائل لإكساب المناعة ـ الأمر الذى يجعل ملايين المحاربين القدماء يتنفسون الصعداء لعدم ورود أسمائهم فى قوائم رواد الفضاء .

كما أنهم ينبهون إلى الظروف المعدية على ظهر سفينة الفضاء التى تستطيع أن تضر بالصحة البدنية والعقلية بعد استبعاد الميكروبات المعدية . ولذا كانت ديناميكا المجموعات من أهم المجالات الجديدة للدراسة — ألا وهو الفصل

السيكولوجى ، لا للفرد وحده ، ولـكن لفريق ملاحى الفضاء كوحدة مفردة .
وها هما العالمان الطبيبان يحذراننا « من أن الروائح البدنية القوية ، والغازات التى تخرج من بعض أعضاء الفريق ، قد تـكفل رفضهم لتفادى ما يقوم به الآخرون من الحط من قدر أدائهم نتيجة للإثارة وفقد الشهية والغثيان . كما أنه لابد من ملاحظة العادات للهيجة وصفات الغطرسة وتقييمها ، فقد يـكون من السهل انتقالها إلى بقية المجموعة » .

وقد عبر أحد المحاربين القدماء ، كان قد قام برحلات طويلة فى الغواصات ، عن هذا بلباقة ، فقال : « إذا غمست أنفك فى منضدة المطعم فقد تصاب بلطمة على فمك » .

فهل ياترى سيقوم مان بتأليف كتاب عن آداب السلوك فى الفضاء .. ؟

الفصل الحادى عشر

الراغبون فى الفضاء

> ألم يكن برنارد شو هو الذى قال منذ وقت مضى إنه يدرك ما كان يفعله سكان العوالم الأخرى ، ولو أنه كان مقتنعاً تمام الاقتناع بأنهم استخدموا الأرض مستشفى للأمراض العقلية ؟

لقد نظر العلماء إلى استكمال ملاحى سفينة الفضاء مع آلاتهم نظرة تقدير باردة خالية من العواطف بالرغم من ميول الإنسان إلى احتياجاته وإمداداته السيكولوجية فى أى جهاز لسفينة الفضاء . فلم يعد هناك وجود لقيمة الإنسان ممثلاً فى الإنسان نفسه ، وأصبح يقيم بنافعيته وبما يؤديه كجزء من جهاز متكامل لسفينة الفضاء . وبهذا أصبح الإنسان ، شأنه شأن المركبات الأساسية فى أية سفينة فضائية ، أصبح معرضاً للاختبارات الواسعة المنظمة والمرهقة أحياناً حتى يمكن تعيين أعلى درجات وثوقيته . وقد اتضح فى برامج الاختبارات المتعددة ، المعقدة والمتشابكة ، أن أعظم تهديد لأداء الإنسان الموثوق فيه لا يكمن بكليته فى الفضاء بصفته مكاناً بعيداً عن الأرض ، مكاناً له صفاته وخصائصه الفريدة من حيث أداء الإنسان . فإن عدو الإنسان الدائم — على غير ما نتوقع — هو الإنسان ذاته .

على أنه يبدو ، لحسن الحظ ، أن هناك عدداً لا حصر له من الشباب الذين يتمتعون بصحة ممتازة ، ويرغبون فى تقديم أنفسهم على مذبح العلم ، يتقدمون عشرات بعد عشرات إلى المعامل التى تنتظرهم فيها مختلف أنواع الأجهزة والآلات الشيطانية لتشرع فى كى هذه الجموع البريئة ، وتجميدهم ، وإرعاشهم ، وصفعهم ، وخنقهم ، وهرسهم ، إلى غير ذلك من طرق التعسف والتعذيب .

وهام أشخاص الاختبار أنفسهم يمثلون أهم عامل يحدد مدى هـذا الاختبار .
وقد حدث أثناء أحد الاختبارات أن سحب أحد الشبان بسرعة من غرفة العزل لأنه :

« على حين فجأة بدأت لوحة الآلات تنصهر ببطء فى بادئ الأمر ، ثم بسرعة متزايدة خلال ثوان أو دقائق ، إلى أن انتهى الأمر بلوحة الآلات بأن تساقطت منها قطرات سائلة على أرضية الغرفة . وقد أدى بى هذا إلى درجة فظيعة من الفزع لأنى كنت أحاول أن أرفع درجات مهارتى بينما كنت أقوم بمراقبة أجهزتى التى لم أتمكن من قراءتها ، فقد كانت تنصهر وتتساقط منها قطرات سائلة على أرضية الغرفة » .

إلا أن شيئاً من هذا لم يكن قد حدث . فقد حدث هذا فى مخيلة الشاب الذى بدأ ، بعد عزله مدة ثلاثين ساعة ، فى غرفة صممت لتأكيد الإحساس بالوحدة ، بدأ يسرح بأفكاره بلا هدف . وقد بدأ إحساسه بالوقت يهجره ، تاركاً إياه بعد أن أثاره السكون المستبد إلى حد أن شخص الاختبار استطاع أن يسمع ضربات قلبه فى شدة صوت المرزبة الآلية ، ويسمع الدم وهو يجرى فى أذنيه . فقد تطور كبت الصوت فى غرفة صماء ، لا تحدث أى صدى للأصوات ، إلى فن رفيع ، وأصبح فى وسع علمائنا أن يقطعوا من الإنسان كل صلة بالعالم الخارجى العادى .

وقد واجهنا فى إحدى تجارب العزل الكلى الإجبارى عاملاً لم نكن نتوقعه . ففى اليوم الثالث من الرحلة المقلدة توقفت عن العمل آلة التصوير التليفزيونى التى كانت موجهة نحو شخص الاختبار . وكان قد لوحظ تدهور متزايد فى خلال الشخص الطيبة ، يصحبه هياج حاد انتهى بهجوم عدائى لم نكن نتوقعه . فلما توقفت آلة التصوير التليفزيونيه قام الشاب بتسجيل انفعالاته فى مذكراته قائلاً :

« لم أستطع تحاشى رؤية ثقب المراقبة المربع الصغير الذى كان ضلعه نصف بوصة ، فى لوح زجاج التليفزيون الشبيه بالمرآة ، وهو يفتح ويقفل مرات كثيرة . أعتقد أنهم يراقبوننى بأبصارهم بدلاً من مراقبتى بآلة التصوير التليفزيونية . »

وبعد مضى ثلاثة أيام أخرى ـ أى فى اليوم السادس من الرحلة المقلدة ـ أضاف إلى مذكراته التعليق الآتى :

« ها ! لقد رأيت بنفسى واحداً يتجسس علىّ من ثقب الباب . إنه لموقف سخرى أن يتجول الناس من حولى للتجسس على من خلال الثقوب الصغيرة» .

وقد كان شخص الاختبار فى اليوم الثالث ميالاً للتعاون بأداء أعمال وكلت إليه . فلما تلقى إشارة فى نفس اليوم الثالث بأن يعيد وصل قطبى راسم القلب الكهربائى ، أضاف إلى مذكراته :

« أرسلت إليهم إشارة بأنى سأنفذ هذا بعد انتهائى مما كنت أفعله حينئذ . هؤلاء الناس الحمقى . فلما فرغت من عملى أعدت استخدام قطب الكتف الأيسر . أما قطب الكتف الأيمن فيبدو أنه يقوم بوظيفته على وجه مرض . وصلتنى إشارة الرضا عن قطبى راسم القلب الكهربائى » .

وبعد ثلاثة أيام أخرى (اليوم السادس من الاختبار) تلقى أمراً بإعادة استخدام أقطاب راسم القلب الكهربائى . فكان رد الفعل على هذا التعسف (كما ورد فى مذكرته) مذهلاً :

ها ! لقد عرفتها . وصلتنى إشارة تبديل الأقطاب . لا يختل أبداً ، باق سبع عشرة ساعة فى هذه العملية ، ومع ذلك يطلبون منى الآن أن أبدل الأقطاب . فكرت جيداً قبل أن أقول لهم ، فلا عمل لى إلاأن أنزع ٩٩٫٠٠٠ شعرة من ظهرى وكتفى كلما خلعت الشريط اللاصق . ومع ذلك فالأفضل أن أبدأ . و انتهيت من إعادة استخدام أقطاب راسم القلب . لقد

أصبح جسمى مقروحاً عند الكتفين كشريحة اللحم البقرى . أواه ، فقد أصاب بالعجز بسبب هذا — واحد فى المائة . هذا كل ما سأحصل عليه . لن يمنحونى حتى أجرى على هـــذا العمل الخطر فى هذه الرحلة . هؤلاء الأغبياء الأوغاد ! »

وقد بلغ هياج شخص الاختبار فى الأيام الأخيرة من العملية حداً كبيراً أقلق الأطباء المراقبين . فقد جاء فى تقرير السلاح الجوى : « بلغ هياجه حداً اضطرنا لإنهاء عملية الطيران قبل أوانها . ولم تقل عن هذا الحد مظاهر الملل والإعياء التى كان الحبس والعزلة من أسبابها . على أن شخص الاختبار أظهر فى خلال اليومين الأولين من التجربة كفاءة عالية فى العمل ، والتدبير المنزلى ، والتزين ، والتريض ، والنوم . إلا أنه بمضى الوقت أخذت كفاءته تتضاءل إلى الحد الأدنى الذى يستلزمه القيام بالعمل والأكل والنوم . كما أن آثار الملل والإعياء قد ظهرت على كفاءة العامل نفسه بنفس الدرجة » .

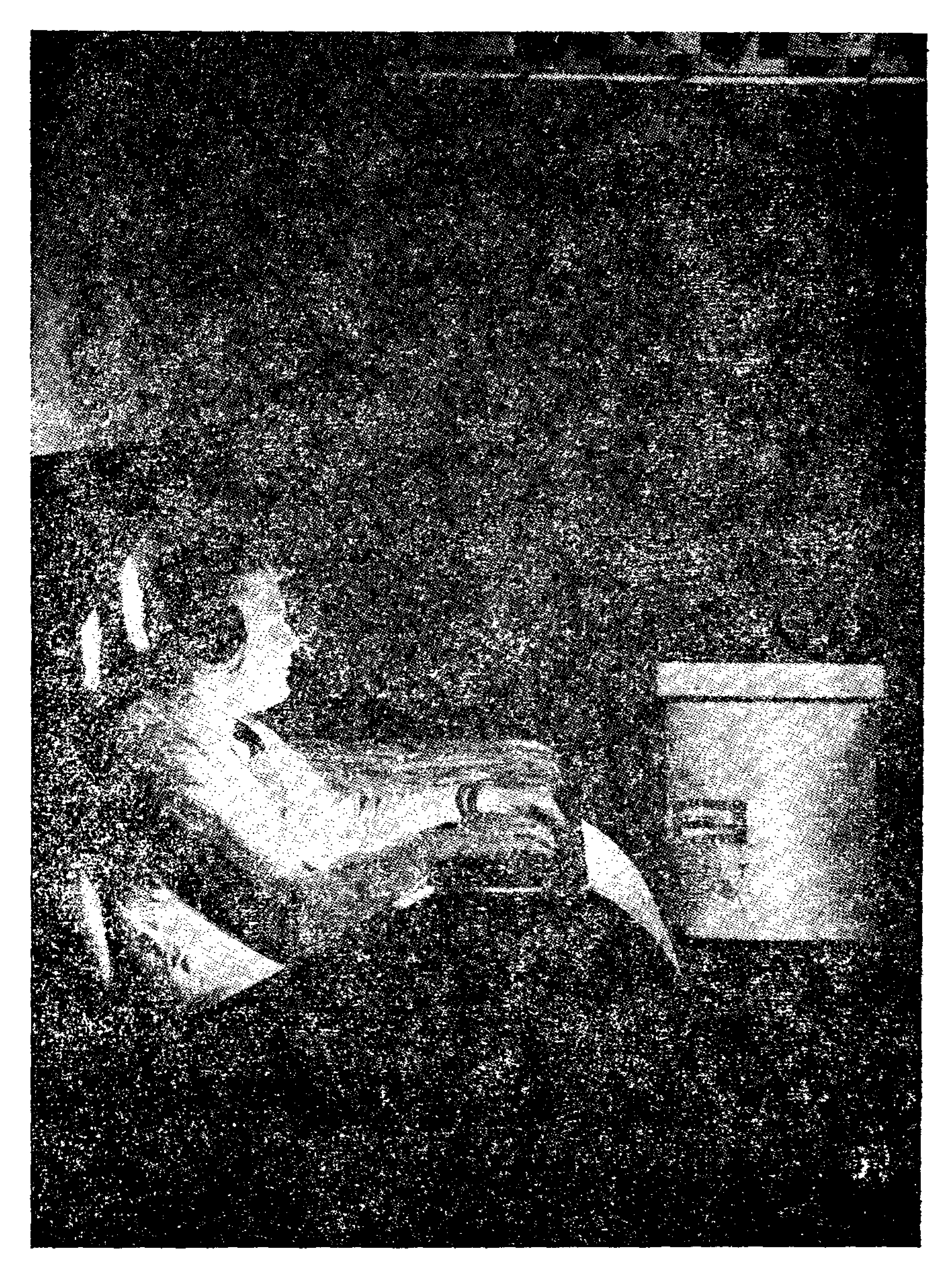
وقد أعار الاتحاد السوفيتى ، بصفة خاصة ، عناية فائقة بمشاكل الحبس طويل المدى ، فقد طلب من جميع رواد الفضاء الروس أن يقضوا أياماً ثم أسابيع فى عزلة فردية فى ظروف صممت بعناية خاصة لتقوى الشعور بهذه العزلة وتوهن رائد الفضاء الموضوع تحت الاختبار . فكثيراً ما دقت أجراس الفزع ، وضجت أبواق الرعب بأصواتها الضخمة المفزعة دون سابق إنذار . كما أومضت أنوار حمراء وخضراء بلمعان مبهر للأنظار . وكان ذلك يحدث على الدوام فى اللحظة التى كان رائد الفضاء الروسى على أقل استعداد لهذه الحزرة . وقد كان لمدى سيطرة رائد الفضاء على تصرفاته وانفعالاته لهذه الظروف ، أوحتى لظرف معين بالذات ، أثر كبير فى اختيار هؤلاء الأفراد الذين وصلوا إلى مرحلة الطيران المدارى . فما لاشك فيه أن من تحملوا هذه الظروف أطول مدة دون أن يلاقوا أية صعوبات أو متاعب ، هم رجال

يتمتعون بقسط وافر من الثقة فى النفس ، رجال استطاعوا أن ينهمكوا فى الغناء وإلقاء الشعر (استمر تيتوف يتلو أشعار أشهر الشعراء الروس مدة ساعات دون أن يهفو) إلا إذا كانوا مشغولين بنشاطهم الفكرى الذى كان يتطلب منهم تركيزاً كاملاً .

وقد بذل السلاح الجوى الأمريكى جهوداً ضخمة لعدة سنوات لدراسة آثار فصل الأفراد الذين قد يرسلون إلى الفضاء فى رحلات طويلة المدى . على أن الظاهرة التى تعرف باسم « ظاهرة الانقطاع » التى كان البعض قد توقع حدوثها مع روادنا الفضائيين الأوائل لم تحدث إطلاقاً . إلا أنه سرعان ماأجاب الباحثون الطبيون بأن رواد الفضاء فى برنامج ميركورى لم يواجهوا فى رحلاتهم مايقارن باختبارات الفصل أوالحرمان الحسى .

فقد طار رواد الفضاء فى المدار فترات قصيرة . حتى رحلة كوبر التى قضى فيها أربعاً وثلاثين ساعة لا يمكن أن تقارن بما تحمله رواد الفضاء الروس الأربعة — نيكولاييف ، وبوبوفيتش ، وتيريشكوفا ، وبايكوفسكى . على أنه من نفس الأهمية أن نذكر أن رواد الفضاء الأمريكيين فى برنامج ميركورى كانوا مكلفين بأعمال تستلزم منهم انتباهاً كاملاً . فقد كان عليهم أن يقوموا باختبار سفنهم الفضائية فى القدرة على المناورة ومراقبة جميع الأجهزة والإبلاغ عنها ، وتشغيل معدات المراقبة الطبية . وفحص جميع أجهزة سفينة الفضاء بالاشتراك مع المحطات الأرضية ، وإجراء عشرات من الاختبارات العلمية . قائمة من الأعمال بلغت فى الواقع حداً من الطول أدى بهم إلى رفع شكاواهم من كثرة الأعمال ، ومن حرمانهم من الوقت الكافى لملاحقة جدول أعمالهم الذين كلفوا به فى رحلاتهم الفضائية . أما عندما يرسل الرواد إلى الفضاء مدداً طويلة فى رحلات بعيدة المدى ، وعندها لن يكون من الممكن

دوام الاتصالات بسبب البعد الشاسع عن الأرض ، فهذا هو الوقت الذى تنشأ فيه أخطار منشؤها التأثيرات السيكولوجية .



(شكل ٣١)

أحد متطوعى السلاح الجوى يمر بتجربة العزل فى غرفة مانعة لإحداث الصوت أو لدخول الضوء إليها . فالغرفة تعدم كل الأصوات وتعزل الشخص فى اختبارات الحرمان الحسى .

ويعرف الفصل بأنه « حالة خاصة من العزل يفصل فيها الإنسان من بيئته التي اعتادها بوساطة مسافات شاسعة طبيعيـــة أوسيكولوجية تتجاوز الحدود المعقولة » .

وليس في وسع العلماء ، قبل القيام برحلات فضائية حقيقية ، إلا أن يخمنوا عن الآثار التي يحدثها الفصل في الرجال أثناء طيرانهم في الفضاء . وإنه لمن الغرابة بمكان ألا تكون الطيرانات المدارية قد أضافت إلا القليل من الجديد على إدراكنا لهذه الآثار . إلا أن هناك حادثين من حوادث عزل الإنسان عن العالم المتمدين ، يمكن اعتبارهما حادثين مثاليين للفصل المتعمد . وقد قيمهما العلماء الباحثون بأنهما « ربما كانا أقرب مثلين للفصل الذي يتميز به السفر في الفضاء » .

ففي عام ١٩٣٤ قرر الأدميرال ريتشارد بيرد أن يبقى في وحدة تامة في إحدى القواعد الأمامية مدة ليل الشتاء الذي يبلغ ستة شهور في الأنتاركتيك (المنطقة المتجمدة الجنوبية) . فلم تكن انطباعاته واضحة فحسب ، بل سجلت ، على حد وصف الباحثين الطبيين ، على أنها « قطعة فلسفية رائعة » :

« كانت مهمة غريبة ، أحسست كما لو أني سقطت على كوكب آخر ، أو على أفق جيولوجي آخر لم يكن لدى الإنسان علم به أو ذكرى عنه . ومع ذلك كنت أعتقد أن هذا كان في صالحي . فقد كنت أتعلم ما كان يردده الفلاسفة زمناً طويلاً من أن الإنسان يستطيع أن يحيا حياة عميقة بدون أشياء كثيرة . فقدمرت على لحظات كنت أشعر فيها بحيوية تفوق حيويتي في أي وقت آخر من حياتي . وقد احتدت حواسي في اتجاهات جديدة بسبب تحرري من الملهيات المادية . كما أن الشئون العادية للسماء والأرض والروح التي لم أكن لأحفل بها لو أني لحظتها ، قد أصبحت تثيرني وتتذرني بالشؤم[1] »

(١) كتاب Alone ريتشارد بيرد (لندن Putnam,s Sons بنيويورك ١٩٣٨) .

إلا أن العلماء الآخرين لم يشاركوا الأدميرال بيرد فى الفرح الذى كشف عنه . ففى عام ١٩٥٢ قام الدكتور ألين بومبارد برحلة فردية استغرقت خمسة وستين يوماً عبر فيها المحيط الأطلسى فى قارب من قوارب النجاة التى يمكن طيها . وها هى نبذة من تعليقات الدكتور بومبارد على مخاطرته :

« كان يبدو لى أحياناً أن العزلة المطلقة على سطح المحيط المترامى الأطراف تركزت على قمة رأسى ، أو أن قلبى النابض كان مركز الثقل لكتلة كانت فى نفس الوقت عديمة الوجود . وقد كنت أظن فى اليوم الذى رحلت فيه من لاس بالماس أن العزلة شىء فى وسعى أن أسيطر عليه عندما أعتاده . إلا أنه اتضح لى أنى كنت مغروراً أكثر مما يجب . فلم تكن العزلة شيئاً كنت قد حملته معى ، بل كنت شيئاً لم أستطع قياسه بأبعادى أو بأبعاد قاربى . كان شيئاً هائلاً أحاط بى وابتلعنى . لم أستطع كسر شوكته أكثر مما أستطيع تحديد الأفق أمامى . فإذا حاولت من حين إلى آخر أن أتحدث بصوت عال لأسمع صوتى شعرت بزيادة الوحدة ، وبأنى قد أصبحت أسير السكون(١) » .

حتى الأدميرال بيرد الشجاع لم يستطع أن يستمر فى إخفاء آثار عزلته . فقد وجد نفسه ، مع مرور الأسابيع والشهور ، بعيداً عن كل معالم الحياة ، وجد نفسه منزعجاً ، فسجل :

« شىء ما — لا أدرى ما هو — يخذلنى . . . إلا أن هذا لن يبدو ذا أهمية لو أنى تمكنت من وضع يدى على الداء . ولكنى لا أجد شيئاً واحداً أفسر به هذا الارتباك . ومع ذلك فهو هنا . ولا بد لى فى هذه الليلة ، ولأول مرة ، من أن أقر أن من المشاكل الصعبة أن أوجه فكرى وجهة ثابتة » .

---

(١) كتاب رحلة المرطق ، ألين بومبارد (نشره Simon & Schuster نيويورك ١٩٥٣) .

كما أصاب الدكتور بومبارد القلق عنـــدما لحظ تغيراً لا معقولاً في موقفه من نفسه وما يحيط به ، تغيراً تحدى كل محاولاته للسيطرة على انفعالاته ، فكتب :

« وها أنا أضيف إلى الاضطراب الذي ساد رأسي أني أصبحت خرافياً عن بعض الأشياء التافهة التي لا مفر منها في وقت العزلة . فإذا لم أجد بيبتي مثلاً في اللحظة التي أبدأ فيها البحث عنها ، اعتبرت هـــذا نذيراً بالشؤم . كما أن العروسة اللعبة ، التي أهداها إياي أصدقائي عند رحيلي من جزر كنارى ، بدأت تتخذ شخصية ملموسة . فقد كنت أتحدث إليها ، بالمقاطع في بادىء الأمر ، ثم بالجمل الكاملة ، أصف فيها ما كنت أنوى القيام به بعد ذلك . ولكنى بالطبع لم أنتظر منها جواباً . فلم يكن الحديث ديالوجاً (بين شخصين) ولو أن هذا قد يأتى » .

ويؤيد صحة خبرة كل من هذين الرجلين أنهما كانا عالمين ثاقبي الفكر كرسا حياتهما للعلم ، وكانا منذ بداية مفامرتيهما على استعداد لمقاومة الشدائد والحرمان . ويعتبر علماء الطب الفصل في الرحلات الفضائية الطويلة مشكلة خطيرة بسبب الندرة والنسبية في خبراتنا في الطيران الفضائي طويل المدى ، وخاصة بعدما ظهر من التعقيدات التي نشأت عن انعدام الوزن مدة طويلة . . يعتبرونها مشكلة قد تؤدى إلى انفعالات تتضمن الهبوط الحاد، والقلق، والخوف :

« انفعالات نتوقع فيها ضرراً على صحة المركبة البشرية . إن هذا الفصل إذا اقترن بالحبس ، والحرمان من النوم ، وطبيعة الوظائف التي تتطلبها المركبة البشرية ، قد يودى إلى الحرمان من الإحساس . وهذا بدوره يسبب اللاعقلية وأنواعاً أخرى من الانحرافات[١] » .

---

(١) مدرسة طب الفضاء الجوى ، السلاح الجوى الأمريكى .

وقد قام الدكتور جورج هوتى الذى يعمل بمدرسة الطب الفضائى الجوى، قبل أول عملية طيران فضائية يشترك فيها بشر ، بدراسة إمكانيات الحرمان الحسى ، وكتب يقول .

« أوحت الدراسات الفسيولوجية العصبية بأن إثارة حسية معينة تصطدم بالمخ عن طريق ممرين عصبيين مختلفين ، حتى إذا وصلت إلى المخ قامت بوظيفتين مختلفتين . إحداهما ، وظيفة معينة ، تؤدى إلى سلوك معين . أما الأخرى فوظيفة غير معينة تكشف عن زيادة فى النشاط الغامض القشرى ، قد ينظر إليها على أنها نشاط عام متصل . والمهم فى هاتين الوظيفتين مايبدو من اعتماد الوظيفة المعينة على الوظيفة اللامعينة . ويظن أن هذا النشاط العام القشرى المتصل ، الذى ينتج عن الدخل الحسى المستمر عادة أثناء فترة اليقظة ، هو المسئول عن الكفاءة العادية لوظائف المخ . ويصبح السؤال عندئذ عبارة عن ماذا يحدث إذا حرم المخ من جزء ملموس من الدخل الحسى العادى ؟» .

وحبس المتطوعون فى مضاجع صغيرة لفترات بلغت ثمانى وأربعين ساعة فأكثر . وكانت الأشياء المحيطة بالمتطوع فى هذا المضجع تخفض من شدة الإثارة (البصرية والسمعية واللمسية والاستقبالية الخاصة) التى تصل إليه تحت الظروف العادية . فكانت هناك انفعالات مختلفة تبعاً للشخص ذاته . إلا أن علماء الاختبار كانوا متأثرين بالانفعالات الواضحة مثل زيادة التهيج وانحطاط عمليات التفكير التى أدت إلى خفض ملموس فى قدرة الأشخاص على الانهماك فى التفكير المنتج المعقد .

وقد اعتبرت الانحرافات والاضطرابات أبرز الآثار جميعها . وقد شملت الأوهام والهلوسة التى بدت تسيطر على أشخاص الاختبار . فقد أقسم أحد المتطوعين أنه رأى « مظاهرة من السناجيب تحمل على أكتافها أكياساً وتسير لهدف معين عبر حقل ثلجى » .

وصرخ رجل آخر من المتطوعين بغضب وألم لأنه رأى سفينة صاروخية منمنمة وهى تجأر حوله فى دوائر مقفلة متجهة نحوه ، وتقذفه بحبات أصابت كلها ذراعه دون أن تخطىء واحدة منها . وقد اتضحت قدرة العقل البشرى على حفظ كيانه خلال هذه الهلوسة فى تقارير الأشخاص الهادفة عما كانوا يرونه،وفى مرحهم الواضح على هذا الخداع . إلا أن هذا لم يكن إلا فى بادىء الأمر . فقد التصقت الهلوسة والخداع بعقول الأشخاص بمضى الساعات ، وبدأت تتداخل فى أمر نومهم وراحتهم . وأصبح مزعجاً ما كان سبباً فى المرح، وتحوّل الانزعاج إلى غضب . واتضح أن الحرمان الحسى الذى أجرى بهذه الطريقة تداخل بدرجة خطيرة فى وظائف المخ ، مسبباً تلف وسائل التفكير ، لا غيبوبة كما كان يتوقع الأطباء .

وقد اختبر التداخل فى الدخل الحسى للمخ تحت عدد كبير من الظروف المختلفة ، فوجد أن العزل البسيط والحرمان من العوامل المنبهـــة الخارجية لا يكفيان . فقد وضع المتطوعون فى غرف محكمة القفل ، وطلب منهم تأدية « بعض الأعمال الآلية الإدراكية » . ولم يمنحوا غير مهلات قصيرة للطعام والأغراض الصحية ، على أن يقوموا فى غير تلك المهلات ، فى حيزهم الضيق، بمراقبة الآلات وتشغيل أجهزة التحكم المعقدة دون أية فترة للاستراحة . وقد استمرت الاختبارات مدة ثلاثين ساعة ، فوجد أن الأشخاص بدأوا فى أواخر الاختبارات يصابون بالخداع والهلوسة على نحو ما سجله الأشخاص الذين اختبروا فى غرف العزل . فقد أعان كثير من هؤلاء الرجال أن لوحات الآلات سخنت وبدأت تنصهر وتسقط منها قطرات على أرضية حيزهم الصغير المقفل . كما أشار البعض الآخر إلى بعض الانحرافات مثـــــل « أظهر دليل الأجهزة تمساحاً يضحك فى وجهى » .

وقد حاول كثير منهم بدرجة كبيرة من التصميم على تنفيذ

واجباتهم الموكولة إليهم بالرغم من الآثار الواقعية لا نحرافاتهم . فقد أصيب أحدهم ، وكان قد صمم على القيام بعمله كاملاً ، بنقص كبير فى كفاءته لأنه اضطر أن يضيع جزءاً كبيراً من وقته فى « إبعاد الرجال الصغار الذين ظلوا يدورون حوله وكانوا سبباً فى حجب دليل السرعة عنه » .

على أن نفس المتطوعين ، الذين سقطوا فريسة للهلوسة والانحراف أثناء هذه الاختبارات فى مناسبات أخرى ، تمكنوا من العمل، كجزء من واجباتهم العادية ، فترات زادت كثيراً فى طولها عن الساعات الثلاثين التى كانت محددة للاختبار دون ظهور أية أعراض لآثار تضر بأدائهم . وقد أوضحت الدراسات الدقيقة أن طريقة الحبس ودرجة التقيد بالظروف التجريبية ومدى التكرار فى طريقة العمل ، هى أهم العوامل التى تؤدى إلى الانهيار العقلى . فقـــد كان الأشخاص الذين أجرى عليهم الاختبار متحمسين إلى درجة كبيرة ، ويبذلون أقصى ما فى وسعهم من جهد للوفاء بالواجبات الموكولة إليهم، واضطروا فى سبيل الوصول إلى أهدافهم إلى حصر « اهتمامهم الكامل فى مجال صغير حسى من مجالات العمل » . وقد بدأ هذا التركيز باستبعاد المنبهات الحسية العرضية التى اعتادها الشخص — وانهارت وسائل التفكير بسرعة ، مما أدى إلى الإصابة بالخداع والهلوسة اللتين انتهيتا بتدمير كفاءة الرجال فى أعمالهم الآلية المعقدة .

وهناك مجال آخر من مجالات التعقيد السيكولوجى ، يعتبر من الصعوبات المعترف بها ، ألا وهو الدورة الفسيولوجية لليل والنهار ، التى اعتادها الرّجال فى حياتهم . ويشير الدكتور هونى إلى هذه الخاصية بأنها « ظاهرة تشترك فيها جميع أشكال الحياة البيولوجية العليا . . . وتتضح تمام الوضوح بالفترات المتعاقبة للنوم واليقظة ... ولا نحتاج فى تبيان هذا إلى أكثر من الجدول الفلكى للأحداث المسئولة عن التغيرات الدورية للإضاءة ودرجة الحرارة وغير ذلك من عوامل البيئة، ثم إلى النظام العادى للنشاط الإنتاجى الذى يستلزمه الإبقاء على الحياة.

ويعمل هذان العاملان ، وبخاصة الثانى منهما فى حالة الإنسان ، على تزامن الدورة الفسيولوجية لليل والنهار مع جدولنا اليومى للعمل والراحة والنوم ».

على أن الرجل مخلوق مرتبط ارتباطاً سيكولوجياً بدوراته المعترف بها من زمن طويل باستثناء فترات الطوارىء للحظة التى يستطيع الإنسان فيها أن يعمل باستمرار عدة أيام دون أن ينام . ويعمل بالرغم من ذلك بدرجة مذهلة من المهارة والكفاءة . وقد نتج عن تمزق الدورة الأيضية ، المتأصلة فى الإنسان ، فى الرحلات الفضائية طويلة المدى : آثار جانبية من الخطورة بحيث تهدم للمهارات والقدرة على الحكم ، وتسهم بدرجة خطيرة فى تحطيم السلامة ونجاح أية رحلة . وها هو الدكتور هوتى يحذرنا من أن هناك أكثر من دليل على أن الإنسان « ملزم بهذه الدورة اليومية ، أى أنه فى الإمكان زحزحتها من موضعها ، أو عكسها ، أو إطالتها أو تقصيرها إلى حدما ، ولكن دون كسرها أو حذفها كلية » .

ولما كانت سفينة الفضاء فى حد ذاتها هى كرة تضم الحياة بداخلها — أو وحدة بيئية أشبه بكوكب يحمل الحياة على سطحه — فإنها تفتقر إلى ما نعتبره « تتابعاً طبيعياً لليل والنهار » .

ويتركز حل هذا النقص بطبيعة الحال فى خلق نظام زمنى مصطنع يتمشى مع العادات المتأصلة فى الإنسان عن دورة الليل والنهار . وهو الوسيلة الوحيدة التى يستطيع بها ركاب سفينة الفضاء أن يواظبوا على أعمالهم كما واظبوا عليها فى حياتهم . ولن يعود علينا كثير من المكاسب إذا أجرينا عملية تمزيق خطيرة لتلك الدورة ، بل إن هناك كثيراً من الأسباب التى تبرر الإصرار على كشف طريقة ما لتقليد فعال للدورة العادية لليل والنهار التى يمثلها مرور الزمن كما تبينه الساعات . ويعتقد الدكتور هوتى (كما يعتقد معظم العلماء) أنه لا بد من

مزامنة متطلبات الرحلة مع النظام البيولوجى للزمن الذى أخرجه الإنسان ، والذى لازال يرعاه بدوره بدقة تامة ، بالرغم من ظهور عصره التكنولوجى .

كل هذا أسهل فى القول منه فى العمل . فقد كانت الزيادة المضطردة فى عدد الغواصات النووية بطبيعة الحال سبباً فى إثارة مشكلة ورديات الملاحين خلال شهور لم يعد لليل والنهار الطبيعيين فيها وجود فى نظر عدد كبير من الملاحين الحبيسين داخل مركبتهم الغاطسة . وقد أدت الأبحاث الطويلة السيكولوجية والفسيولوجية التى أجراها علماء الأسطول إلى إخراج أنظمة يتأقلم الرجال لها بطبيعتهم ، ويعملون فى ظلها — ولهذا نفس الأهمية الأولى — بمهاراتهم الكاملة على قدر ما يرغبون . إلا أنه مما لاشك فيه أن هناك ميلاً للحنين إلى دورة الليل والنهار التى تراعى من الناحية الدينية .

على أن التعقيدات الناشئة عن انفعالات الإنسان فى الرحلات الفضائية الطويلة — وأخطرها خفض احتياجات الإنسان من النوم ، وخاصة على أساس يمكن مقارنته بالنوم المألوف تحت الجاذبية الأرضية العادية التى تبلغ قيمتها «ج» واحدة — قد تثير مشكلة خطيرة إلى درجة لا يمكن التنبؤ بها فيما يتعلق بالدورة الصناعية لليل والنهار . كما أن الدخل الحسى يقل كثيراً تحت ظروف انعدام الوزن ، وتقل الحاجة إلى النوم ، وتقل بدرجة أكبر الحاجة إلى المجهود الجسمانى فى الأعمال الروتينية التى تجرى على ظهر أية سفينة للفضاء . فما هو تأثير ذلك على سلوك الإنسان السجين داخل الغلاف البيولوجى السابح بين العوالم ؟

ويعتقد الدكتور هوتى أن هذا أمر فى غاية الخطورة : « نصل فى النهاية إلى الحقيقة التى لانزاع فيها ، من أن درجة مزامنة دورة الليل والنهار الصناعية مع جداول العمل والنوم تتوقف على مايتطلبه النظام من المركبة البشرية مثل طبيعة الوظائف والأعباء التى تفرضها ، والتوزيع الزمنى لهذه الأعباء . وما لم

تتزامن جداول العمل والراحة مع الدورة الفسيولوجية المألوفة لليل والنهار ، أدى ذلك إلى الإعياء . فإذا ما تراكم هذا الإعياء من يوم إلى يوم كانت النتيجة فى النهاية انحطاطاً شديداً فى الكفاءة » .

ومن الأهمية بمكان أن نميز نوع الإعياء الذى ينتج فى هذه الأحوال . فهو ليس إعياءً بالمعنى العادى المفهوم من الفتور أو الإعياء الذى يصحب بذل قدر كبير من الطاقة البدنية . ولكنه إعياء يتحول إلى مشكلة فى الرحلات الفضائية الطويلة تتضمن « الآثار الضارة الناتجة عن الحرمان من النوم ، أو الالتزام الطويل لعمل من أعمال المهارة أو نصف المهارة ، والتى تصيب الميل أو القدرة على الاستمرار فى العمل فيما بعد » .

وقد أدت الاختبارات التى أجريت مع العزل الحسى الجزئى والمتقطع ، عزل مبرمج لإحداث عوامل خاصة تؤدى إلى الإعياء ، أدت إلى نتائج أخطر بكثير مما كان ينتظر . عزل كُبِتَت فيه جميع الأصوات ، كما خفضت فيه الأضواء اللازمة لأعمال المهارة إلى الحد الأدنى، وقيدت فيه الحركات البدنية. ومع ذلك فقد وقع عدد كبير من أشخاص الاختبار فريسة ضغط عقلى متزايد لم يستطيعوا تحمله بعد عدة أيام فى مجموعة من الاختبارات لم تفرض فيها كل هذه القيود على المتطوعين . فقد اقتضى الأمر فى تلك الاختبارات أن يستبعد من التجارب ، فى خلال ست وتسعين ساعة من بداية الاختبار ، تسعة من كل عشرة من المتطوعين كانوا جميعاً على درجة عالية من الذكاء والمهارة الهندسية والتكنولوجية .

وقد جاء فى تقرير الأطباء الذين راقبوا الاختبارات أن معظم أشخاص الاختبار لم يتخاذلوا فى بادئ الأمر مع ظهور أعراض الخداع والهلوسة التى نتجت عن الحبس المحكم والانتباه المستمر للأعمال العقلية ، ولكنهم بدلاً من ذلك ظهروا فى حالة انفعالية عادية . فقد عانوا من فترات زاد فيها التوتر

والقلق والتهيج الشديد مع العجز المضنى عن النوم . كما أجريت من وقت لآخر أثناء التجربة اختبارات للذكاء كشفت عن انحطاط ملحوظ فى الأداء وفى القدرة على التفكير الواضح . ونما فى الأشخاص ، مع استمرار هـــذا الانحطاط ، ميل إلى إهمال أعباء العمل المفروض عليهم ، ولجأوا بدلاً من ذلك إلى أحلام النهار الخيالية التى كانت لابد لها من أن تؤدى إلى ما نتوقعه من انحرافات وهلوسة . كما أصبح الإحساس بالانقطاع على درجة من الحدة شعر معها كثير من أشخاص الاختبار أنهم «لم يعودوا قادرين على التعرف على أنفسهم كأفراد كانوا قد عرفوهم طول حياتهم » .

وقد تجمعت بانتهاء برنامج ميركورى ورحلاته المدارية الأربع فى سفن محملة بالبشر ، تجمعت لدى علماء النفس من البيانات ما يكفى لبدء اختبارات جديدة من الجائز أن تطبق بالمعنى الصحيح على الرحلات الفضائية المستقبلة . وقد أشار تاريخ اختبارات عزل الرجـل المفرد وحبسه إلى الخطر الدائم للانحرافات التى أدت إلى انخداع والهلوسة والفتور والإعياء المتناهى والتهيج وما عدا ذلك من الأعراض التى سبقت مناقشتها — وكلها أخطار كامنة فى وسعها أن تدمر بغاية السهولة الرحلات الفضائية التى تم تخطيطها بدقة وعناية .

وكان قد تجمع لدى السلاح الجوى فى أواخر ١٩٦٣ ما يقرب من أربعة آلاف ساعة من « الرحلات الفضائية المقلدة » ، وصل منها ، دون جدل طويل ، إلى « أن الملل والعلاقات الشخصية ودورات العمل والراحة » كانت أهم الموانع السيكولوجية للرحلات الفضائية الطويلة .

وربما كانت أهم النتائج التى برزت ، على نحو ما ورد فى تقرير لقسم طب الأمراض العقلية والعصبية بمدرسة الطب الفضائى الجوى ، أنه طالما كان هناك رجلان أو ثلاثة من الملاحين ، فإن مشاكل الحرمان الحسى والعزلة والحبس تكاد أن تختفى تمـاماً . أما الاختبارات التى أجريت على رجل واحـد فقد

أحدثت من الآثار والانحرافات ما بلغ فى شدته حداً أدى إلى وجوب إلغاء كثير من الاختبارات قبل وقتها المحدد تفادياً للأضرار الخطيرة التى كانت ولا شك ستصيب أشخاص الاختبار ، والتى لم تظهر أى أعراض منها فى التجارب التى أجريت على رجلين أو أكثر .

أما آثار انعدام الوزن طويل المدى ، وإشاعات الفضاء ، وغير ذلك من الخصائص التى تتصف بهـا البيئة الفضائية ، فليس من الميسور تقليدها بطبيعة الحال داخل سفن الفضاء الأرضية . ومع ذلك فقد بذلت محاولات كثيرة لتقريب الظروف من « الشيء الحقيق » قدر المستطاع . وقد نبه على أشخاص الاختبار فى كثير من هـذه الرحلات المقلدة إلى أن للتقليد أخطاره الخاصة به . فقد حدث فى بعض الأحيان أن تفجرت اللهب فى المعـــدات الإلكترونية المعقدة ، وامتلأت القمرة بالغازات الضارة ، وتهدمت الأجهزة الميكانيكية، حتى أن إثنين من المتطوعين أصيبا بفقد الوعى فى تجربة امتلأت القمرة فيها باللهب الهادرةالتى اندلعت بشكل تفجرى ، مما أدى إلى إعادة تصميم المعدات الذى كان قد وضع لسفينة الفضاء الحقيقية .

وقد اتضح من جميـع الاختبارات التى أجريت فى بضع سنوات لجمـع ما يقرب من الساعات الأربعمائة من تجارب الاختبارات على رجل واحد وعدد من الرجال ، أن التوانر والملل هما أخطر ما يهدد أداء الملاحين فى الرحلات الفضائية الطويلة . وقد بذلت محاولات عديدة لإحداث هـذا الملل فى بعض الاختبارات ، وقام الأطباء بتسجيل انفعالات الرجال المعنيين ، فبرزت ثلاثة انفعالات نتيجة لهذا الملل : فقد أصبح الرجال كثيرى القراءة ، أو ناموا فترات طويلة ، أو تحولوا برغبتهم إلى الأحلام النهارية والتخيلات .

والمعتقد أن الإثارة المصطنعة ، إذا استمرت مدة طويلة ، قد تسبب من الأضرار أكثر مما تسببه من النفع. ويقترح أطباء السلاح الجوى أنه قد يـكون من

الأفضل أن يستغل هذا الميل الطبيعى نحو التخيل بدلاً من مقاومته . ويتزايد الاقتناع بأن هذا التخيل لا يجتاح الانتباه — عندما يكون الانتباه مطلوباً بالذات — ولكنه فى الواقع يبقى عليه عند حد ستدعى عنده . وقد اقترح فريق باحثى السلاح الجوى فى تقريرهم أن الأفراد « الذين لا بد لهم من الانسحاب من الخيالات المسببة للقلق عن طريق النعاس أو القراءة يجب أن يستبعدوا » من أى رحلة فضائية سبق تخطيطها ، على أن يكون من المتطلبات اللازمة للرحلات الفضائية الدقة فى تخطيط الأنشطة المتنوعة وبرمجتها .

وقد كانت هناك مشاكل ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالإحساس بالدورات الزمنية . ولم يبد أن دورات العمل والراحة التى نظمت للرحلات الطويلة المقلدة تصلح بديلاً لتلك الدورات التى اعتادها الإنسان فى حياته على الأرض . فقد أعلن الرجال المعنيون أن الوقت قد انقضى ببطء شديد ، كما اتضحت زيادة اعتماد هم على ساعات سفينة الفضاء فى مراقبة مضى الوقت .

على أن الرتابة قد تغلبت فى بعض الأحيان على الميزات المقررة لوجود اثنين من الملاحين ، وتسبب — بفضل الحرمان الحسى — فى ظهور بعض أعراض الهلوسة . إلاّ أن هذا لم يظهر على كل المتطوعين . كما أن الذين أبلغوا عن هذه الانحرافات أشاروا إلى أنها كانت معتدلة وعارضة . وعلاوة على ذلك فقد قل القلق أو انعدم كلية . أما الإحساس بانفصل فلم يحدث إلا نادراً ، كما أن الانحرافات أخذت تظهر فى صورة « سماع الموسيقى أو الأصوات العشوائية » ، فلم تسكن فى خطورتها أشد من هذه الآثار الطفيفة .

وبالرغم من أن تعدد الملاحين كان حلاً لكثير من مشاكل الحرمان الحسى التى لازمت رحلات الرجل الوحيد ، فإن وضع عدد من الرجال فى حيز ضيق فترات زمنية طويلة قد أثار مشاكله الشائكة الخاصة به . وقد كان أهم هذه المشاكل — كما توقعنا — التوتر بين الرجال . أما مدى هذا

التوتر وتكراره فقد كانا من العوامل التى تتوقف فى الغالب على تصرف أفراد معينين . فقد كان معظم الرجال على علم باحتمال ارتفاع درجة التهيج والتوتر ، وبذلوا جهوداً جبارة للاحتفاظ بكبت شعورهم وانفعالاتهم . إلا أنه بالرغم من هذه المحاولات فإن تقرير السلاح الجوى قد أوضح « حدوث بعض الانفعالات العدائية الخطيرة » . وقد حذر الأطباء من أنه لا بد من أن تشمل طريقة اختيار الملاحين هذه الانفعالات التى تظهر بعد شهور يقضونها فى الفضاء ، عندما يكون من السهل أن يؤدى نشوب أى عداء، على شكل انفعال مكتوم ، إلى ما يكفى لقيام صدام عنيف بين الملاحين وتهديد لأرواح جميع أفراد الفريق ولسلامة سفينة الفضاء .

وهذا ما يعود بذاكرتنا إلى ما قاله شكسبير على لسان هملت :

« يا إلهى ! فى وسعى ، لو لم أحلم ، أن أسجن فى قشرة جوزة وأعد نفسى ملكاً على حيز لا نهائى » .

ولا تصلوا يا أيها الجيران البؤساء الموجودون فى نفس قشرة الجوزة .

الفصل الثاني عشر

نظرة المرأة إلى الفضاء

كانت مدرسة الطب البحرية في بنسا كولا بولاية فلوريدا ، حيث تجرى أبحاث طب الطيران والفضاء ، كانت تعد الخطة لتوسيع مجال أنشطتها العلمية بإجراء الفحص الطبي المتقدم على عدد من النساء الطامحات في مراكز رواد الفضاء . وكانت قد أخذت تفكر في الإعداد عندما بعثت بالرسالة الآتية إلى مقر هيئة أركان الحرب البحرية في البنتاجون (وزارة الدفاع) : « تسأل عن حق المواطنة جيري كوب في قيادة طائرة بحرية على سبيل إجراء دراسات لتحديد الفروق الأساسية بين رواد الفضاء الذكور والإناث » .

وقد كادت القهقهة أن تسمع في بنسا كولا ، وكان رد رئيس العمليات البحرية واضحاً تمام الوضوح :

« إذا لم تكن قد عرفت الفرق حتى الآن ، فنحن نرفض أن نمول المشروع » .

لقد قيل الكثير حول رائدات الفضاء إلى الطيران عديم الوزن حول كوكب الأرض . ولا زال الكثير يقال حول هذا الموضوع ، ولا شك في أننا لن نستطيع تفادي عدة ملايين أخرى من الكلمات التي تؤيد وجهة نظر المرأة إلى الفضاء .

وقد أمضى روادنا الأوائل — مثل جلين وكاربنتر — بعض لحظات صاخبة يحاولون إقناع لجان الكونجرس الساخرة بالسبب الذي من أجله لم تضع الولايات المتحدة رائدات للفضاء تحت اختبارات التحمل ، وقياسهن لتفصيل بدل ذات صدور ، وتعديل مواعيد الإطلاق بحيث تتلاءم مع بضعة الأيام النسوية الحيرة التي تحل مرة كل شهر تقريباً .

على أن هناك مشاكل أخرى كان من حظ النازا أن تمكنت من تحاشيها

مثل إقامة حمامات فى مقر رواد الفضاء بكيب كنيدى ، والخضوع لمطالب جموع النساء اللاتى يناصرن الأسس الأدبية لرائدات الفضاء اللاتى لابد ، بحكم الضرورة ، من أن يخضعن للخلوة المرعية التى تمنح للنساء فى مجتمعنا المعقد . وهاهم مهندسو أجهزة الإبقاء على الحياة مصابون بما يكفيهم من الصداع فى الوقت الحاضر من مشكلة معالجة الفضلات فى سفينة الفضاء دون أن يحملوا أنفسهم مشقة التفكير فى أمر أنبوبة الإخراج الأنثوية اللاصقة وخياطتها فى بدلة الضغط. ولم تثرهم مسألة قيام الروس بتكليف فالنتينا تيريشكوفا بشىء من هذا القبيل .

فهم ينظرون إليك ليقولوا : « ألا تستهزئ ؟ »، ثم يأخذون فى معالجة الموضوع كاملاً بنفس الطريقة التى كان قدماء الإغريق يعالجون بها الصداع الشقيق بالازدراء .

وقد كان من المستطاع إجراء التعديلات الهندسية الضرورية فى برنامج الفضاء البشرى فى صيغته الحالية — جيمينى، وأبوللو — بسهولة كافية لو أن هناك حاجة ملحة لإرسال رائدات للفضاء إلى المدار . ومع أنه من السهل تحقيق المتطلبات الهندسية ، إلا أن الثورة الاجتماعية ستتمزق لو أننا أصررنا على وضع رائد أعزب ورائدة عزباء فى كبسولتهما الطائرة فى الفضاء دون تجهيزها بما يشبه ستارة خلوية تفصل بينهما . كما يتطلب الأمر مهارة فائقة فى معالجة قفاز التصفية الفريد الذى ابتكرته النازا لبرنامج جيمينى .

وإلى جانب ما يستلزمه هذا الأمر من الاجتماع الفسيولوجى الذى لا مفر منه فى الرحلات الفضائية الطويلة ، فإنه يغلب أن يشتد خطر لقاء الولد مع البنت بعنف كلما زاد بعدهما عن الأرض وانقضت الساعات بعد الإطلاق . ومع كل هذا ، فماذا يستطيع الإنسان أن يتوقع إذا دفعنا إلى الفضاء شاباً وشابةً وضعين فى عملية طيرانية ينعدم فيها الوزن وتستغرق عدة شهور ؟ نعم إن المناظر تبهر

الأبصار ، ولكنهما سرعان ما تسبب الملل. ومن المؤكد أن عيني أحدهما سوف تتحول من وقت إلى آخر إلى عيني زميله الآخر ، ثم ماذا يحدث بعد ذلك لمعاييرنا القومية في الأخلاق عندما يمثل الزفاف المقام الأول من الخطوط العريضة التي تعلن مع أول عملية طيرانية إلى المريخ ذهاباً وإياباً .

وقد كتبت روث تاتول في جريدة « ستار نيوز » (بمدينة شولافستا بولاية كاليفورنيا) ، رداً على ادعاء السوفييت بالتفاخر بطيران تيريشكوفا ، بطريقة يقصد بها كسب اهتمام الرجال . قالت « لا أعتقد في أنه من الواجب إرسال أناث من شاكلتي في أي مكان غير مخازن البقالة — وعلى الأقدام . إلا أن هناك لكل رجل سلم امرأة سامية . وهذا ما يجدر بالذكور أن يدركوه . أما الملجأ الوحيد الباقي للذكور في هذا الكون بأكمله فهو غرفة الرجال العامة » .

وبينما كانت تيريشكوفا تغني غناء خفيضاً لبايكوفسكي على أمواج الراديو التي تصل بين كبسولتيهما من طراز فوستوك قام موطنونا من أنصار المرأة بنشر دعوة قوية هزت قوائم الكونجرس . وانطلقوا ، بعد أن نشرت صورة تيريشكوفا على الصفحات الأولى ، ينادون بأن أمريكا تضع المرأة في موضع مهين بإكراهها على تثبيت قدميها على سطح الأرض . فلماذا أصبح ذلك ، على حين غفلة ظلماً وجوراً ، حتى وصف بأنه أشبه بمؤامرة دنيئة لا يبدو في وسع أي إنسان تفسيرها ، مادام هناك عدد قليل من النساء اللاتي يجاهرن في نزع مباهج البكارة المهنية ، والتفكير فيما يفكر فيه رائد للفضاء توقف منذ زمن طويل عن العمل صبياً في الكشافة .

وقد كانت الدعوة القومية موجهة نحو « المساواة في الحقوق » للمرأة . وينادي رجل الفضاء بلمسة من الشبق تحتل قلبه قائلاً : « وماذا تقولون عن مساواتي أنا في الحقوق ؟ » . إلا أنه يهمل ، بينما تقوم النساء وهن في ملابسهن

الناصعة البياض ، بالتوتيد فى أقرب ميناء فضائى فى محاولة للحصول على حقوقهن فى دخول الكبسولة .

ويدعى أنصار المرأة بأنها تستطيع أن تفعل أشياء كثيرة بنفس الدقة التى يفعلها بها الرجل ، بل إنها تؤدى بعض الأعمال أفضل (شكراً لله على ذلك) مما يؤديه الرجل . إلا أن هذا ليس فى الواقع موضوع النزاع . فهل هناك من حاجة لقيام المرأة بأعمال تؤديها بنفس الدقة التى يؤديها بها رائد فضائى ماهر ومدرب يعمل مهندساً وطياراً بعد أن كان طيار اختبار للطائرات النفاثة ؟ وما هو الغرض من مطالبة المرأة بمكان على الكبسولة الفضائية التالية ؟

وقد سئل رائد الفضاء «جلين عندما مثل أمام لجنة العلوم والملاحة الفلكية التابعة لمجلس النواب ، عن السبب فى استبعاد الإناث من البرنامج التدريبى لمشروع ميركورى ، فأجاب بشىء من الضجر : « لو استطعنا أن نجد من بين النساء من يثبتن أنهن حائزات على مؤهلات تبز مؤهلاتنا للانضمام للبرنامج فإننا نرحب بهن بأذرع مفتوحة كما يقال » .

ويبدو أن أحداً لا يعترف بالحقيقة القائلة إن خصائص المرأة لاتوفر مزايا خاصة للطيران الفضائى . فلما استمر الهجوم عليه مدة أسابيع بسبب موضوع رائدات الفضاء ، ووضعهن فى كبسولة بنيت لإثنين ، رد فى النهاية على الادعاء بأن مايزيد على دستة من النساء قد مررن فى اختبارات اللياقة البدنية التى مر بها رواد الفضاء فى برنامج ميركورى .

فقد أجاب (متضجراً أيضاً) بأن هذه الاختبارات كانت الحد الأدنى ، وحاول للمرة الأخيرة أن يوضح الموقف فقال : « سأعطيكم مثلاً بسيطاً ، فمن الجائز أن تستطيع والدتى المرور فى امتحان اللياقة البدنية الأول الذى يتقدم له الجنود الجدد بواشنطن ، ولكنى لا أعتقد أن فى وسعها أن تؤدى عدداً كبيراً من الألعاب .

ولكم جاهدت الآنسة جيرى كوب ، إحدى الطيارات البارعات للماهرات ، للسفر إلى الفضاء مدة طويلة . وقد أصبحت منذ ١٩٦١ مستشارة للنازا فى موضوع اشتراك المرأة فى برنامج الفضاء . ولقد سمع كثيرون جيرى كوب ، بعد أن أطلقت تيريشكوفا إلى المدار ، وهى تتذمر بطريقة بعيدة تمام البعد عن الدقة قائلة : « إنى أقل المستشارين عملاً فى أية مصلحة حكومية » . مما يجوز أن يكون معرة . فإن الواجب يقضى باستشارة الأفراد الظرفاء الذين هم على شاكلة جيرى كوب من آن إلى آخر . لاتسأل عن السبب ، ولكن هذا هو الواجب .

وقد علقت كلير بوث لوس على طيران تيريشكوفا بأسلوب مذهل . فإلى جانب كل الاحتمالات العلمية والطبية وغير ذلك من احتمالات البحث التى كانت مبرراً لإطلاق تيريشكوفا إلى المدار . (علاوة على الخطط التى وضعت لإلقاحها فى المستقبل من رائد آخر للفضاء وحملها لأول طفل فضائى) فإن كلير بوث لوس تصر على أن إطلاق تيريشكوفا برهان قاطع على أن الشيوعية تدعو إلى المساواة الفطرية بين الرجال والنساء .

وكانت على حق وهذا مايفسر رؤيتك للنساء الروسيات فى ملابس عتيقة ، وأحذية موحلة ، وفساتين تصل إلى الكعوب ، ومعرقات ضخمة على ظهورهن ، وشيلان حول رؤوسهن ، ينعمن بمساواتهن ، فيرعين الخنازير ، ويكنسن الشوارع ، ويحملن قوالب الطوب ، ويخلطن الأسمنت ، ويشتغلن عمالاً للطرق ، ويجرون عربات الفحم ، وغير ذلك .

أما جين هارت ، زوجة فيليب هارت عضو مجلس الشيوخ عن دائرة متشجان ، فقد انتقدت إطلاق تيريشكوفا إلى المدار انتقاداً مراً بينما بقيت هى على الأرض . فقد قالت جين هارت ، وهى طيارة ممتازة وسيدة تبدو عليها

الصحة الممتازة ، « إن هذا الأمر يغرينى على أن أخرج إلى الإسطبل لأروى لحصانى القصة كاملة وأستمع إلى ضحكاته ».

هذا هو كل ما فى الأمر . فإنه يبدو أن « المساواة فى الحقوق » فى بلادنا تهدف إلى تحرير المرأة من العمل فى الإسطبلات ومخازن الفحم وعمالاً للطرق. وها هن النساء يصررن على أن نساير المساواة الروسية فى الحقوق كما يثبتها طيران تيريشكوفا . إلا أن واحدة من نساء أمريكا لم ترحب بالسير نحو الإسطبلات ومخازن الفحم أو بالعمل فى الطرق . إننا لفى عجب من هذا التمييز بين أنواع المساواة فى الحقوق .

وقد عقدت ندوة طبية فى أوائل ١٩٦٣ بكاليفورنيا ، هبت فيها امرأة واقفة على قدميها تلوح بتقرير عن تحمل المرأة للعجلة طويلة المدى . فقد اتضح من اختبارات كانت قد أجرتها جامعة كاليفورنيا لحساب النازا أن مقاومة الفراخ لآثار العجلة طويلة المدى بلغت حوالى سبعة أضعاف مقاومة الديكة . وقد ادعت هذه السيدة ، التى تطالب بحق المرأة فى الفضاء ، أن النساء يتفوقن فعلاً على الرجال فى الطيران الفضائى .

وقد كانت على حق — إذا كنت مهتماً بوضع بيضة بين الأرض والقمر — كما فعلت فى تلك الندوة .

ولا يؤدى كل هذا إلا إلى إخفاء الحقيقة القائلة بأن هناك مكاناً للنساء فى الفضاء . إلا أن هذا المكان لم يتضح بعد بسبب اقتصار رحلاتنا حتى الآن على الطيرانات المحلية بالقرب من الأرض ، ولم تقتض أى واحدة منها إبقاء الرجال بعيدين عن وطنهم مدة طويلة . إلا أن التغيير سيصيب هذا الوضع بطبيعة الحال ، فستطول الرحلات ، وسيقطع الرجال منها مسافات أكبر ، وسيقلعون فى النهاية نحو القمر والكواكب الأخرى . وسيتضح عندئذ أن رواد الفضاء قد كبروا بحيث لا نتوقع منهم أن يسلوا أنفسهم بعجلات الفتيات

الصغيرات ومناظر اللهو المقصوصة من كتب الروايات السينمائية ، مما يؤدى إلى العصبية الشديدة ، وخاصة إذا قام أحد الأذكياء بوضع القناة رقم خمسة فى جهاز تشحيم جيروسكوب سفينة الفضاء . ومن ذا الذى يرغب فى الاستجمام مع آلة حاسبة حتى ولو كان الصوت المسجل خافتاً ومغرياً ؟

وقد سأل أحد الصحفيين المستر روبرت جيلروث مدير مركز النازا لسفن الفضاء المحملة بالبشر : « هل سيكون لدينا رائدات للفضاء ؟ »

فأجاب المستر جيلروث ، الذى كثيراً ما كانت عيناه تتألقان : « ليس لدينا خطط فى الوقت الحاضر لتشغيل النساء فى مراحل الطيران فى برنامجنا الفضائى . ومع ذلك فها نحن نعد ، فى قائمة المؤن والمواد اللازمة لعملية هبوط الإنسان على القمر لتجهيز ١٢٠ رطلاً من المعدات الترويحية ». ولا يزن الرباط الأسود شيئاً محسوساً .

الفصل الثالث عشر

نحو الفضاء الخارجي

يعتبر العلماء الغلاف المائى — الأعماق التى تشغلها السوائل فى كوكبنا الأرض — كتلة مظلمة متقطعة. وقد عرفوا بعد دراسات مضنية أن هذه الكتلة السائلة الضخمة التى تتألف من محيطات عالمنا تخفى فى باطنها أسراراً من الكثرة بحيث لا ندرى سوى النزر اليسير عن الغلاف المائى لهذا العالم.

وها نحن نواجه حقيقة جهلنا مرة أخرى عندما نتجه بأنظارنا إلى الناحية الأخرى. فقد جمعنا فى عشرات السنين التى سبقت كشفنا الحقيقى للفضاء خارج جونا مجلدات ضخمة من المعرفة التفصيلية عن الفضاء — أبرز خصائصه هو افتقاره للخصائص. فقد كان الفضاء فراغاً ؛ بحراً لا نهائياً من اللاشيئية تسبح فيها أجرام سماوية، وسحب غبارية تتخالط مع المجرات والسدم.

وقد كشفت غزواتنا الأولى للفضاء عن جهلنا المفزع الذى كنا نعمل فى ظله. فلم يعد الفضاء فراغاً هائلاً، أو لم نعد بالأحرى فى نفس الجهل الذى ظللنا نرزح فيه زمناً طويلاً

فقد أصبحنا الآن ندرك أن الفضاء المحيط بالأرض، وإلى إرتفاع عدة ملايين من الأميال منها، يزخر بالطاقة. فقد هيأت لنا المراصد الآلية ومحطات الاستقبال الإلكترونية التى تدور مسرعة حول كوكبنا، وتسبح حول القمر، وتبحر إلى الكواكب الأخرى، وسيلة مكنتنا من دراسة ورسم وقياس الكميات الوفيرة الهائلة من الطاقة الكائنة خارج ستارنا الجوى. فقد قسنا أشعة إكس، وأشعة فوق البنفسجية، وإشعاعات الراديو، ودون الحمراء، وبقع

الشمس، والتأجج الشمسى، والرذاذات الإلكترونية، والعواصف البتروتونية، كما درسنا أنواعاً كثيرة من العواصف الكهرمغنطيسية المنبعثة من الشمس والتى تدفع سحباً هائلة من الجسيمات ذات الطاقة العالية بعيداً عن أقرب نجم منا لينغمر جزء كبير منها فى الأحزمة الإشعاعية ومجالات القوى التى تحيط بالأرض وتسبب نشاطاً كهربائياً عنيفاً لم نكن نعلم عنه شيئاً حتى وقت قريب.

وقد كنا نعتقد من قبل أن السكون يسود فى ذلك الفضاء الخارجى . ولكنا أدركنا وجود موجات مدية عظيمة، ومساحات واسعة من الطاقة . كما قسنا مناطق هائلة من القوة المغنطيسية ، وأدركنا أن هذه تؤدى إلى موجات مغنطيسية ضخمة تسير خلال العالم الذى نقف عليه بأقدامنا دون أى اعتراض.

إلا أن الفضاء مازال — بحكم الاحتياجات الفسيولوجية للإنسان الضعيف الفضولى — مازال مكاناً فارغاً قاحلاً . إلا أننا وجدنا أن ذلك الفضاء ، الذى كنا نحسبه فارغاً ، يحوى سبعين جسيماً فى البوصة المكعبة فى المتوسط . نعم هذا ليس بكثير إذا قورن بالجو عند مستوى البحر ، الذى تحوى البوصة المكعبة الواحدة منه ما يحويه ٢٠٠ر٠٠٠ ميل مكعب من هذا الفضاء . ومع ذلك فإن هذا القدر يختلف اختلافاً هائلاً عن اللاشىء .

على أن هناك فرقاً أعظم من هذا بكثير يمكن رؤيته لأول وهلة . فلو استطعنا أن نجمع كل المادة التى تسبح سباحة حرة فيما بين نجوم مجرتنا ، لاكتشفنا أن المادة الموجودة فى ذلك الفراغ تعادل ما تحويه عشرات الملايين من النجوم .

ولنقض لحظة فى التفكير فى هذا العالم الواسع ، عالمنا ، فى كثافته ، فى حجمه الضخم. ثم أضف إليه القمر ، والكواكب الثمانية الأخرى (بما فى ذلك كوكب المشترى الذى يبلغ قطره عشرة أمثال قطر الأرض) ، والأقمار الثلاثين والكويكبات ، والمذنبات ، وأخيراً الشمس . ثم خذ فى حسابك أن مجرة

طريق التبانة تحوى حوالى مائة مليون من النجوم . هذا فى مجرتنا وحدها . ثم اعلم بعد ذلك أن بعض هذه النجوم ، مثل النجم العملاق الأحمر المسمى أبسيلون أوريجى ، من الضخامة بحيث لا يمكن تصور أبعاده ، إذ يلزم تجميع ٢٧ بليونا من شموسنا لتصنع منها مجرد عملاق أحمر واحد .

فالمادة السابحة فى « الفضاء الفارغ » الذى تحويه مجرتنا وحدها يساوى كل هذا . على أننا من خلال تلسكوباتنا ، على قدر مايسمح به مدى الرؤية فيها (ونحن نعتقد فى الوقت الحاضر بنقص كبير فى قدرتها على الرؤية) ، اكتشفنا أن هناك عدداً من المجرات بلغ من الكثرة بحيث توجد عشر مجرات على الأقل لكل رجل وامرأة وطفل على عالمنا الصغير هذا . أما عـــدد الكواكب فيقدر بعدة تريليونات .

ومع ذلك فإن قلة الزحام قد بلغت فى الفضاء حداً يعتبر معه فارغاً . وقد قام أحد العلماء مرة بإدخال الحقائق الخاصة بالفضاء الواقع بين النجوم إلى آلة حاسبة ضخمة لإيجاد نظير لفراغ الكون بالرغم مما يبدو فيه من عدد لا يحصى من النجوم والمادة الأخرى. فوجد أنه لواقتصر سكان أمريكا الشمالية بكاملها على ثلاثة سناجب تجرى طليقة فى أرضها لكان الزحام فى هذه القارة أشد منه فى الفضاء الذى يقع فى مدى رؤيتنا .

على أننا نرى ، عندما ننظر إلى الفراغ ، تشكيلة متزايدة وأشياء عجيبة . فالسديم العظيم فى الجوزاء يضم منظراً مدهشاً للفلكيين الذين يقومون بدراسة النجم المتوسط اللامع ، والذى يبعد عنا مسافة ألف سنة ضوئية . ونحن على علم أن هـذا النجم الواقع فى رمح الكوكبة أوريون ليس فى الواقع نجماً بالصورة التى نعرفها عن الشمس . فهو فى الواقع سحاب غازى هائل الأبعاد، وما نراه فى تلسكوبنا إن هو إلا هذا « النجم » يضيئه إشعاع صادر من أربعة نجوم شديدة الحرارة تسبح داخل هذا السحاب الغازى .

فإذا صحت استنتاجات الفلكيين ، فإننا ننظر فى الواقع إلى جرم سماوى ولود .

وقد تتضمن الدراسات التى امتدت سنوات طويلة على تلك الظواهر السماوية إدركاً عميقاً للأحداث التى تشكل الكون . وربما استطعنا فى المستقبل أن تثبت إمكان خلق النجوم والكواكب على حد سواء من هذه البروتوبلازم . فإذا كان هذا صحيحاً ، فهناك أكثر من دليل على أنه سيكون حول النجوم مناطق تتكون فيها الكواكب فى درجات من الحرارة يسمح مدى ثباتها للماء بأن يبقى ماء ، وتبقى فيها الغازات بتأثير الجاذبية لتتكون منها أجواء . أضف إلى هذه الظروف إشعاعات النجوم التى تبعث بأطوال الأمواج الدافئة . ولما كانت هذه الأجرام الكوكبية بكثرة مذهلة ، فإنه لابد من أن يكون بينها ملايين العوالم التى تحمل بيئات لاتختلف كثيراً عن البيئة الموجودة على أرضنا .

ويعتقد معظم العلماء أن هناك عدة ملايين من الكواكب التى تحمل الحياة على سطوحها ، والتى ولدت حول نجوم مجرة طريق التبانة الذى يضم مائة بليون من هذه النجوم . ولا نعنى بهذا الحديث إلا مجرة واحدة .

ولا يسعنا إلا أن نخمن عما حدث فوق هذه الكواكب . على أنه من الصعب أن نذكر ، عندما ندرس نجوماً معينة أو عائلات نجومية خاصة ، أننا ننظر إلى ضوء بدأ رحلته إلى تلسكوباتنا وقت أن كان النبر المسيف يطوف الأرض ، وقت أن كانت العقول البدائية لاتعتبر الرجل المتمدين حتى مجرد احتمال بعيد .

أما فكرة وجود الحياة فى الكون فأمر دونه حدود هذه الصفحات . إلا أنه موضوع يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالتزام الإنسان بكشف الفضاء — بداية مغامرة قد تستمر آلاف السنين . ويعتقد الفلكى فريد هويل فى أن مجرة

طريق التبانة تضم ما يزيد على مليون من الكواكب التى تصلح ظروفها، لا لمجرد الحياة فحسب، ولكن لوجود حياة بشرية بالذات. كما يعلن فوق ذلك أنه فى وسع كوكب من كل عشرة كواكب نزورها يوماً ما أن يبقى على الحياة. وهو يعتقد بناء على ذلك، مع التقدير المتحفظ، فى أن مجرتنا تحتوى على حياة ذكية بأعداد كبيرة.

وهو يقدر أن هناك، على الأقل، عشرة ملايين من الكواكب فى مجرتنا. ولنفرض على سبيل الجدل، كما يقترح، أن فى حساباته خطأ، وأن الحياة لايمكن أن تبقى على أكثر من واحد فى كل مائة من الكواكب. فإذا أخذنا هذا الفرض أساساً — وهو ما يعتبره هويل تقديراً فوق المتحفظ — فلابد من أن تحوى مجرة طريق التبانة وحدها مائة ألف كوكب مسكون.

وإنه لمن المذهل أن الكائنات البشرية شغوفة إلى هذا الحد بالحصول على معرفة عن هذه العوالم. وها هى الرغبة فى البحث عن هذه المجالات البعيدة من الكون وقد امتدت من الفلكيين إلى اللاهوتيين، ثم إلى علماء الطبيعة، فالمهندسين، ومن الطلبة إلى الأطباء. وها هو امتدادها يزداد توسعاً مع مر السنين إلى المدنيين العاديين.

إنه لمدهش حقاً لأننا استطعنا أن ندرك، بإحساس عجيب، أن الأمر الذى كان فيما مضى موضوعاً مبنياً على مجرد التخمين، أصبح يقترب بالتدريج من المنال. والإنسان مخلوق غامض، قد يتعلم الطيران فى الفضاء بمهارة وكفاءة قبل أن يتمشى بمعرفته وقدرته خلال أرضه البكر. فها نحن قد بدأنا دراسة الغلاف المائى الذى يحيط بالأرض. وها نحن نكافح أشد الكفاح ونقاوم أضخم المشكلات، لمحاولة قطع ثقب عميق فى القشرة الأرضية، لمجرد الإلمام بما تحويه الأعماق البعيدة تحت أقدامنا. وها هى المناقشات تمتد حتى النيل

بين أساتذتنا العلماء حول ما تتركب منه المادة التي يتألف منها القلب الأوسط فى مركز هذا الكوكب .

وها نحن نهتم بصورة الحياة التي قد نجدها فى الفضاء البعيد ، على أبعاد شاسعة إلى حد يفوق إدراكنا . وها نحن نزيد حماساً وجدية نحو الأحداث التي قد تكمن فى مستقبل يبلغ من البعد درجة تصبح فيها هذه الأحداث مشاكل أجيال لم تولد بعد ، ومع ذلك نرزح فى الجهل بخصائص عالم يقل بعده عنا عن ربع مليون ميل ، الا وهو القمر .

وقد أصبحت لدينا كميات ضخمة من الإحصائيات عن حجمه وكتلته وكثافته وسرعته المدارية ومحوره وسرعته الدورانية إلى غير ذلك من البيانات الخاصة بالقمر . إلا أننا لازلنا نتجادل فى درجة الحرارة على سطح القمر . ويعلو النقاش إلى حد الصياح بين العلماء الرصينين عندما يتجادلون فى موضوع مكونات سطح القمر ، إذ يشتد الجدل حول ما إذا كان سطح القمر من مادة هشة لاتزيد فى صلابتها عن الفول السودانى ، أو هو بحر عميق من التراب تغطس فيه سفننا الفضائية الأولى بفضيحة ومذلة . هل هو صلب ومسامى كالفحم ، أو سيتهشم مثل الكعكة الأسفنجية القديمة ؟ تشغل هذه الأسئلة وقت آلاف المهندسين والعلماء وساعات بحوثهم . وإنه لما يخيب الآمال أن نفقق عشرين بليوناً من الدولارات لإرسال رجلين فى مشروع أبوللو ليهبطا على سطح القمر لمجرد إثبات أنه ليس مكوناً من مادة قريبة من الجبنة الخضراء .

على أنه ليست لدينا أدنى فكرة فى وقتنا الحاضر عما إذا كانت حفر القمر قد نشأت عن تفجرات طبيعية نتيجة لثورات بركانية ، أو هى آثار اصطدامات مع أجرام سماوية — قد تكون شهباً ضخمة أو كويكبات كانت مندفعة نحو القمر بسرعات مريعة . وها نحن نعلن أن القمر عالم غريب « لايتغير » . فإننا لم نسجل أية تغيرات فى سطحه خلال السنوات المائة الأخيرة من عمليات المسح

الفلكى . ومع ذلك فإننا عندما نكتشف دليلاً على تسرب الغاز فى فوران بركانى، نبدأ بالصياح بعضنا فى وجه البعض الآخر، بسبب مصدر هذا الكشف.

فقد حدث فى ٣ نوفمبر ١٩٥٨ أن أبلغ أحد الفلكيين الروس، ويدعى كوزيريف ، عن انبعاث غازات متوهجة تنبعث من وسط منطقة على سطح القمر تعرف باسم ألفونصص . فلما أعلن كوزيرف عن هذا الفوران الخارج من الحفرة ، لم تلق كلماته سوى السخرية وصيحات الاستهزاء . ثم أعلن كوزيريف بعد مضى سنة من هذا الكشف عن تسرب الغاز من داخل الحفرة المعروفة باسم أريستاركس ، ولم يكن رد الفعل فى معظم العالم الغربى سوى التهكم والسخرية .

وربما كان هذا واحداً من الأخطار العظيمة التى تنشأ عن الوصول إلى استنتاجات عن الظروف خارج عالمنا الأرضى — مشكلة تبرم العلماء عن قبول كلمة غيرهم من علماء بلاد تحكمها أنظمة سياسية مختلفة .

وها هى كشوف كوزيريف وزملائه تلمع فى وقتنا الحاضر بالأصالة والصحة . فإن عدداً كبيراً من الفلكيين الأمريكيين قد شاهدوا ما تعجب له معاصروهم من تفجيرات وتسربات للغازات — تشبه ما أعلن عنه كوزيريف — من عالم لم نعد نعتقد أنه « عالم لا يتغير » . فقد شهد جيمس جرينا كر وإدوارد بار ، اللذان يعملان فى برنامج رسم خرائط القمر التابع للسلاح الجوى فى مرصد لوويل بمدينة فلاجستاف بولاية أريزونا ، شهدا « بقعاً برتقالية محمرة بالقرب من حافة الحفرة الكبرى أريستاركس وعلى امتدادها . ويبلغ قطر تلك الحفرة سبعة وعشرين ميلاً » . وقد تكررت مشاهدتهما منذ ذلك الوقت . كما تأيد ذلك من أرصاد غيرهما من الفلكيين الذين تنبهوا للفورانات القمرية فثبتوا تلسكوباتهم المصورة وعيونهم على القمر .

ويبدو بناء على ذلك أن « علم » الفلك عرضة لشكوك الإنسان ، شأنه في ذلك شأن البلاغات السياسية

وقد أصبح موضوع الأقمار التي تدور حول الأرض — القمر الطبيعي والأقمار الصناعية التي نرسلها إلى الفضاء — أصبح موضوع التحدث داخل المنازل . فقد غدا المواطن العادي خبيراً بأحوال الطقس والملاحة والأقمار الصناعية ، سواء منها المحملة بالبشر وغير المحملة بالبشر . ولكن كم من مواطنينا ، بما فيهم المتعلمون منهم ، يدركون أن للأرض أيضاً تابعين سحابيين .

وفي وسعنا أن نراهما بعيوننا المجردة بشرط أن تكون ظروف الرؤية مهيأة لذلك ، نراهما على شكل بقعتين ضعيفتي الإضاءة . كل منهما في الواقع عبارة عن عنقود أو حشد من الجسيمات الشهابية الدقيقة . يدوران حول الأرض على بعد منها يقرب من ٢٤٠٫٠٠٠ ميل — على نفس بعد القمر — ويتقدمان على القمر بزاوية تقرب من ستين درجة . (فقد صورا للمرة الأولى في السادس من مارس عام ١٩٦١ ثم في السادس من أبريل من عام ١٩٦١ ، وقام بتصويرهما الدكتور كورديلفسكي الذي يعمل بمرصد خركوف في بولندة) .

فإذا كان القمر ، مع قربه على بعد خطوة فضائية واحدة منا ، يشكل لغزاً كهذا ، فكيف نتأكد مما سنجده على الكواكب المجاورة ؟ وقد اخترقت الآلات التي حملتها سفينة الفضاء مارينر ٢ ، التي تشبه المدخنة في شكلها ، اخترقت سحب الزهرة ، ولو أن هذا الاختراق كان إلى مدى محدود ، مما يدفع العلماء إلى الشك في نتائجها أما المريخ فعالم يجذبك إلى الخيال وإلى العلم على السواء ، ويبدو أن الدراسة الجوية لهذا الكوكب الصغير الجاف تؤيد ما نتصوره من أن هذا الكوكب قد يكون الوحيد من بين المجموعة الشمسية ، علاوة على الأرض ، الذي يحتمل أن نجد عليه دليلاً ما للحياة . على أنه سيكون من العبث أن ندخل في جدل حول قنوات المريخ ، فقد وصفها عدد

من العلماء (المتكافئين في السمعة) على أنهما قنوات، وصفوف من آكام الرمال والخضرة، وغير ذلك من الأساطير — والأخيرة طبعاً من خيالنا. فلا بد لنا من أن ننتظر حتى تجرى دراسات عن كثب حتى نستطيع أن نميز بين التخمين والرصد المباشر.

ومما لا شك فيه أن مدى التخيل فيما يختص بالمريخ أبعد كثيراً عنه فيما يختص بالقمر. فإن ما لدينا عن المريخ لا تقتصر على المجلدات الضخمة المتناقضة عما ينتظر أن تكتشفه على ذلك الكوكب الأحمر من حيث الظواهر الطبيعية والمخلوقات الحيـــوية، بل إن علماءنا الروسيين يتعمقون في تصوراتهم، وينادون بوجود مدنية متقدمة على هذا الكوكب القريب.

وقد أدت الأرصاد التلسكوبية التي أخذت للمريخ في السنوات الأخيرة إلى جدل عنيف واحتمالات مشهدية. فقد شهد الفلكيون في كل من أمريكا وروسيا، في السنوات الأخيرة، « سلسلة من الومضات الشديدة اللمعان التي تبقى مدة تقرب من خمس دقائق، تتبعها سحب في شكل عش الغراب ».

وكان الدكتور فرانك سالسبورى من جامعة كولورادو أول من وصف هذه الومضات المذهلة التي شوهدت في جو المريخ، فكتب يقول: « هل كانت تفجرات بركانية؟ أو أن سكان المريخ منهمكون في الحاضر في مناقشات تدور حول الآثار بعيدة المدى لسقوط الغبار الذرى.

على أن هذا الاحتمال، وكل ما يتشعب عنه من استنتاجات، متروك أمره لتسلية القارىء.

وقد كان القمران الصغيران، فوبوس وديموس، التابعان للمريخ، هما الآخران مصدراً لصراع هائل بين الفلكيين. إذ يبدو أن نشاط هـــذين القمرين في سباقهما حول المريخ يتحدى القوانين الطبيعية التي تتبعها الأقمار —

وها هـــو فريق كبير من العلماء فى شك متزايد فى أن فوبوس ، على وجه الخصوص ، ليس قمراً طبيعياً — بل هو جرم صناعى وضعته فى المدار سلالة متقدمة إلى حد بعيد . فقوة الانعكاس من سطح فوبوس قوة غير عادية . كما أن الأرصاد أوضحت أنه يدور فى مسار حلزونى يقترب فيه من الـكوكب . فإذا صحت هذه الأرصاد كان معنى هذا أن القمر على بعد عدة درجات من المـكان الذى تحدده له القوانين الطبيعية فى مداره حول المريخ .

ويدعو هذا الموقف إلى حيرة بلغت فى شدتها حداً لم يعد من الصعب معه أن ندرك التزام العلماء بإرسال مركبات آلية إلى المريخ ذاته ، تتبعها بأسرع مايمـكن مركبات محملة بالبشر .

ولم يصل الإنسان حتى كتابة هذه السطور إلا إلى اختراق محدود للفضاء خارج عالمنا — الفضاء الذى يختلف تمام الاختلاف عما كنا ، منـــذ بضع سنوات ، نعتقد فيه من لاشيئية . فإن بين عالمنا والقمر يقـــع دردور ملىء بالطاقة لا بد للإنسان من أن يشق طريقه خلاله ـ دردور وصفه أوران نيكس ، مدير البرامج القمرية والـكوكبية التابعة للنازا ، حيث قال :

« غنى فى الطاقة والإشعاع والجسيمات المتنوعة السريعة الحركة . فها نحن نـكتشف فى الفضاء الواقع بين الـكواكب وسطاً مليئاً بالنشاط ، وهـو نوع من البلازما المشحونة بالـكهرباء يخضع للشمس وتتحرك الأرض خلاله . وقد أجريت فعلاً قياسات لمجموعات هائلة من المجالات المغنطيسية لتيارات كهربائية ترتبط بطريقة ما بالمادة المشحونة التى تقذف بها الشمس وغيرها من النجوم . مجالات وتيارات دائمة التغير . ويشبه هذا الوسط الواقع بين الـكواكب فى صفاته وخصائصه الطقس الذى يتميز به جو الأرض » .

وليس لدى مجتمع الفلـكيين أدنى شك فى أننا سننجح فى القيام بالرحلة من هنـا إلى القمر ، وسننجح فى الهبوط على سطحه ، وفى الـكشف ، وفى

الرخيل ، بانتظام متزايد على سطح القمر وإليه . وإننا سنقيم فى العقد التالى أول محطة دائمة على هذا السطح المدانى للإنسان .

وها هو عصر الفضاء يجرى بسرعة مذهلة . فقد كنا منذ سنوات قليلة نحصى القطع المفردة التى بلغ عددها ٣٠٠,٠٠٠ ، والتى يتركب منها صاروخ كبير ، كما كنا نتأوه لهذا التعقيد المحير ، مدركين تمام الإدراك أنه لابد من أن تؤدى كل واحدة من هذه القطع وظيفتها بدقة متناهية من حيث التوقيت والتناسق مع بقية الأجزاء الأخرى . فنحن نعمل بحزمة مفردة طويلة لا يمكن تصور التعقيد فى أجهزتها ووظائفها ، حزمة تعمل فى درجات حرارة تتراوح بين ٤٢٣ درجة تحت الصفر وما يزيد على ٣٠٠٠ درجة فوق الصفر ، وتجرى بسرعة تتزايد بعجلات تعصر القلب ، وصوت مرعد يبدو وكأنه يشق السماء إلى نصفين .

فمن ذا الذى كان يجرؤ على التنبؤ منذ خمس سنوات فقط أننا كنا سنستطيع إرسال ثلاثة وعشرين صاروخاً دافعاً من طراز ثور — دلتا إلى الفضاء ، وأن كلاً من هـذه الصواريخ سيعمل بدقة دون خطأ ، وأنها ستدخل حمولتها الصافية — أقمارها الصناعية — إلى مدارات تتفق تماماً والخطط المرسومة ؟ وعلام عندئذ كان كيب كانافيرال ، فقد كان فى استطاعة أى رجل أن يراهن على أن هـذا سيحدث ، وأن يكسب جميع المراهنين بنسبة مائة إلى واحد . كما أن ما أنجزناه حتى الآن لم يكن منذ خمس سنوات فقط أقل من السحر .

ومع ذلك فسيكون من الجهل أن نقلل من أهميـة المهمة الخطيرة التى ستكون أول محاولة للإنسان للإقلاع عبر الفضاء إلى أقرب عالم نزله فى السماء . فنحن لا نكتفى بالتفكير فى هذا الأمر ، ولكننا نستعد فعلاً لإطلاق صاروخ جبار يقرب طوله من ٤٠٠ قدم ، ويزن ما يزيد على ٣٠٠٠ من الأطنان ،

ويندفع من الأرض بقوة دفعية تعادل ٧٫٥٠٠٫٠٠٠ رطل ، على هيئة بركان من نار أشبه برمح يزأر فى الفضاء .

فبعد أن يشتغل عدد من الآلات الضخمة على التتابع وبدقة سن الإبرة ، يندفع الجزء الباقى مما ينطلق من الأرض إلى مدار حول هذا الكوكب ، حتى إذا ما أخذ فى الدوران حول هذا العالم أخذت الآلات الحاسبة تطن ، والعلماء يحرزون الحسابات ، مستعينين بعقولهم الإلكترونية ، ليضمنوا دقة وضع جميع قطع الصورة السماوية فى مواضعها الصحيحة . ولابد من أن تتجمع السرعة والارتفاع والزاوية والميل وألف غيرها من البيانات الدقيقة ، فى مذكرة واحدة متوائمة . فإذا وقف جميع ممثلى المسرحية السماوية كل فى موضعه ، اشتعلت اللهب مرة أخرى لدفع الحزمة الضخمة الدائرة فى المدار ، لتخرج منه ، لا فى اتجاه القمر ، بل لتتجه إلى مكان فى السماء تلتقى فيه مع القمر بعد عدة أيام . وها هى قد أصبحت تتسابق مع هدف على مقياس سماوى . ولابد أن يتم التلاقى العظيم بسرعة سبعة أميال فى الثانية . إلا أن العصر التكنولوجى لا يخلو بطبيعة الحال من القول القبلى الذى ظللنا نسمعه سنوات طويلة بحماس عظيم فى كيب كنيدى — ألا وهو « لو سارت كل الأمور على مايرام » .

ولا بد لرواد الفضاء الثلاثة ، أثناء الاندفاع عديم الوزن مبتعدين عن الأرض ، من أن يقوموا دون انقطاع بمراقبة أجهزتهم على ظهر السفينة ، ولابد لهم من أن يتنبهوا لعواصف الإشعاعات القاتلة التى تصدر من الشمس ، وأن يؤدوا أنواعاً مذهلة من الأعمال المكلفين بها والتى تبدأ من الملاحة الفضائية إلى ضمان سلامة عمل الأجهزة الصحية بسفينة فضائهم .

وقد تقع عينا الإنسان على النجوم . إلا أن معدل نجاحه لابد مرتبط بالأداء الصحيح لأجهزة أرضية مثل حمام فى المدار .

فهناك واجبات إلى جانب واجبات النظر خلال الفتحات البصرية

وتنظيف رجل الفضاء — هناك أنشطة أخرى خارج سفينة الفضاء . فها هو قالب التعليمات المخروطى الشكل يقع فى مقدمة مجموعة أبوللو . وفى هذا القالب يقطن رواد الفضاء الثلاثة الذين كلفوا بالقيام بهذه المغامرة القمرية العظيمة . ويمتد خلف قالب التعليمات قالب الخدمات الضخم قبيح الشكل ، تبرز منه مصادر القوى وأسلاكها ، وخطوط الوقود والخزانات وأجهزة الضغط ، وآلة صاروخية ، وقطع الغيار وأجهزة متنوعة تلزم لزيارة عالم آخر . ثم هناك خلف قالب الخدمات الأسطوانى الشكل يقبع أغرب المخلوقات الثلاثة الذى يطلق عليه اسم البقة — اسم على مسمى — هذا المخلوق الذى يشبه السرطان البحرى هو قالب الرحلة القمرية الذى يحمل ، بالرغم من قبح منظره العنكبوتى ، رجلين إلى سطح القمر ، ويرفعهم ، كما نأمل ، بعيداً عن سطحه ليعودوا إلى لقاء على بعد مائة ميل من هذا السطح .

ولا بد من نقل البقة الشبيهة بسرطان البحر أثناء الرحلة من الأرض إلى القمر . لابد أن يقوم رواد الفضاء من نقل جوادهم القمرى من موضعه التبعى إلى موضعه القيادى وربطه بالطرف الأمامى المخروطى الشكل فى قالب التعليمات . ويعمل هذا الربط على إحكام فتحة الهواء فى البقة مع فتحة قالب التعليمات والسماح لرواد الفضاء بالمرور بسهولة بين القالبين .

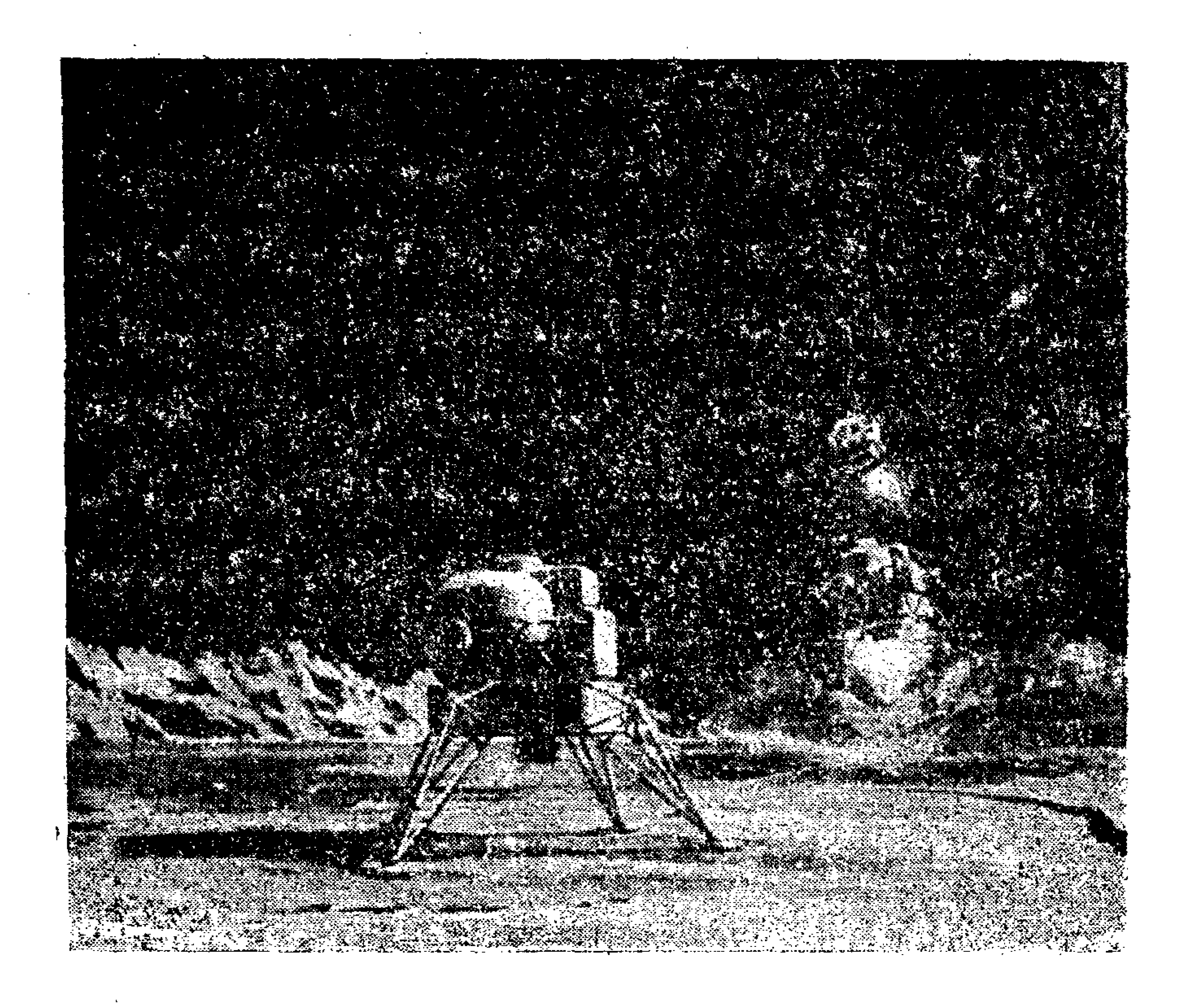
وفى هذا الوضع — الذى تبدو فيه عملية التجميع للعين كأنها عملية تركيب لعبة فضائية يلهو بها طفل خيالى غير منظم التفكير — تخرج السفينة أبوللو التى يبلغ وزنها ٨٥٫٠٠٠ رطل من المدار لتطير فى منحنى نحو القمر . وفى هذه المرحلة تجرى فحوص مستمرة للموضع والسرعة ، وللبلاغات المبرقة بين أبوللو والأرض ، للاستعانة بها فى ضمان صحة موضع السفينة فى كل الأوقات حتى تحافظ السفينة على موعدها المحدد فى المكان المحدد لملاقاة القمر . فإذا لزم إجراء تصحيح فى أثناء الطريق ، ولابد من هذا ، فسيقوم رواد الفضاء

بإشعال بعض الصواريخ لضبط وجهة أبوللو ، ثم يضغطون على أزرار معينة ، أو يديرون مقاييس التحكم فى الآلة الحاسبة الخاصة بالتفجرات الصاروخية المتعطلة التى تقاس بالثوانى وبأجزاء الثوانى . ولا يقتضى الوصول إلى القمر على الطريق المرسوم أن يوضع الخيط فى عين إبرة الفضاء ، بل أن تجرى مناورات فضائية متمهلة لوضع الخيط فى عين الإبرة .

وفى النهاية تشعل بعض الصواريخ الإضافية لتندفع أبوللو ، بعد أن تقع تحت تأثير جاذبية القمر الضعيفة ، ولو أن لها أهميتها ، تدفعها هذه الصواريخ لتنزلق إلى مدار أنيق على بعد مائة ميل من سطح القمر الذى تبدو عليه الحفر والبثور . وبعد أن يجرى رواد الفضاء مسحاً دقيقاً لسطح القمر فى الدورات التالية ، يقوم اثنان منهم بتوديع زميلهم الثالث المكلف بالبقاء فى مداره حول القمر ، ثم يسبحان إلى البقة ، ويحكمان قفل فتحة الهواء ، ويندفعان بعيداً ، ويشعلان بعض الصواريخ الرد فعلية بحيث تسبح البقة إلى الوجهة المطلوبة لتندفع بفعل صاروخ آخر نحو مدار ناقصى تقترب فيه إلى بعد عشرة أميال فوق الحفر المتثائبة ، والسلاسل القمرية التى تشبه أسنان المنشار . وبعد ذلك تقوم البقة بإجراء بعض مناورات يحاول رائدا الفضاء أثناءها دراسة السطح الذى يطيران فوقه ، ويستعدان للنزول على تراب القمر .

وفى النهاية يقرران الوصول إلى لحظة « العمل أو الموت » فتندفع البقة إلى وجهة الهبوط ، بينما تعمل الصواريخ على الاحتفاظ بالوجهة المطلوبة ، ثم يشعل القائد صواريخ الهبوط التى تقذف باللهب إلى الخارج لتبطىء حركة البقة فى طيرانها المدارى ، وتبدأ البقة فى الهبوط هبوطاً محكوماً نحو السطح القابع فى انتظارها .

على أن القمر الخالى من الهواء (يكاد يخلو منه) لا يبدى مقاومة لهبوط أبوللو إليه ، بعكس الهبوط على سطح الأرض ومايسببه جوها من عجلة إبطائية .



(شكل ٣٢)

قالب الرحلة القمرية وهو يهبط من مداره الناقصي حول القمر في هبوط منحدر تدريجي نحو سطحه. ويساعد الصاروخ الوحيد الكبير قالب الرحلة القمرية على إجراء المناورة والتحليق والانتقال إلى منطقة آمنة للهبوط .

ولولا ضجيج أجهزة التكييف ، وصفير الهواء ، واللفحات النارية الصاروخية المتقطعة ، لخلت عملية الهبوط من الصوت تماماً . ومما لاشك فيه أنهما سيكونان منهمكين في العمل داخل البقة أثناء اللحظات التي يهبطان فيها على سطح القمر . إلا أنه قد تأتي لحظة يتمنى كل منهما لزميله الحظ السعيد ، ويسمعان فيهما صرخة تشجيع مدوية صادرة من رائد الفضاء الثالث الذي تخلف ليدور حول القمر على بعد مائة ميل منه .

أما مناورة الهبوط فستكون عملية بديعة . وفي وسع البقة أن تنتقل على سطح القمر . فلدى القائد من وقود المناورة ما يكفيه ستين ثانية ، يجوز له أثناءها

أن ينتقل من جانب إلى الجانب الآخر ، أو ينتقل إلى الأمام أو الخلف ، أو أن ينفذ طريقاً دائرياً حول نتوء سمج فى سطح القمر . إلا أنه لا يملك لذلك غير ستين ثانية . ويعنى هذا بدلالة المسافات ألف قدم فى أى اتجاه من النقطة التى هبط عليها .

« فإذا سار كل شىء على ما يرام » (ونعيد هنا هذا القول القبلى) فإن أشياء كثيرة سوف تحدث . فستهبط البقة على سطح القمر دون أن تصطدم به وسيكون الهبوط نحو القمر فى وجهة صحيحة بحيث يستقر على السطح دون أن تغوص إلى « كذا » من الأقدام فى التراب الماص الجشع ، وتستمر آلاف قطع البقة فى تأدية وظائفها حسب الخطة المرسومة التى وضعها المقاولون الذين يبعدون عن القمر مسافة ربع مليون ميل .

وتتوقف مدة بقاء رائدى الفضاء على القمر على عدد من العوامل . وتتضمن المعادلة التى تشمل هذه العوامل موضوع الوقت الذى انقضى فى الطريق إلى القمر واستهلاك الوقود ، وما إذا كانت الظروف على سطح القمر كما توقعناها ، وعلى الطقس فى الفضاء من حيث العنف الذى لم نكن قد توقعناه من الشمس ، وما إذا كانت السفينة تصاب بضربة من شهاب ، وظروف الرائدين التى قد تتأثر تأثيراً خطيراً إذا سار واحد منهم فوق صخرة وتسبب فى كسر ساقه . وستلمع بذل الضغط وتتألق أمام أضواء التصوير الفوتوغرافى ، ولكنها تبدو قبيحة المنظر عندما تنتفخ .

فإذا تسبب واحد من العوامل المائة فى تقصير المدة ، فما على رائدى الفضاء إلا التعجل فى تشغيل الأجهزة التى حملاها معهما إلى القمر ، والقيام بالتجارب العلمية (بما فى ذلك الأجهزة التى ستبقى على القمر لإبراق البيانات إلى الأرض بعد رحيل البقة) وجمع عينات من تراب القمر وأحجاره حتى يتمكن العلماء الأرضيون من إجراء فحوصهم عليها . وعلى ذلك فسيتراوح تقدير مدة بقاء

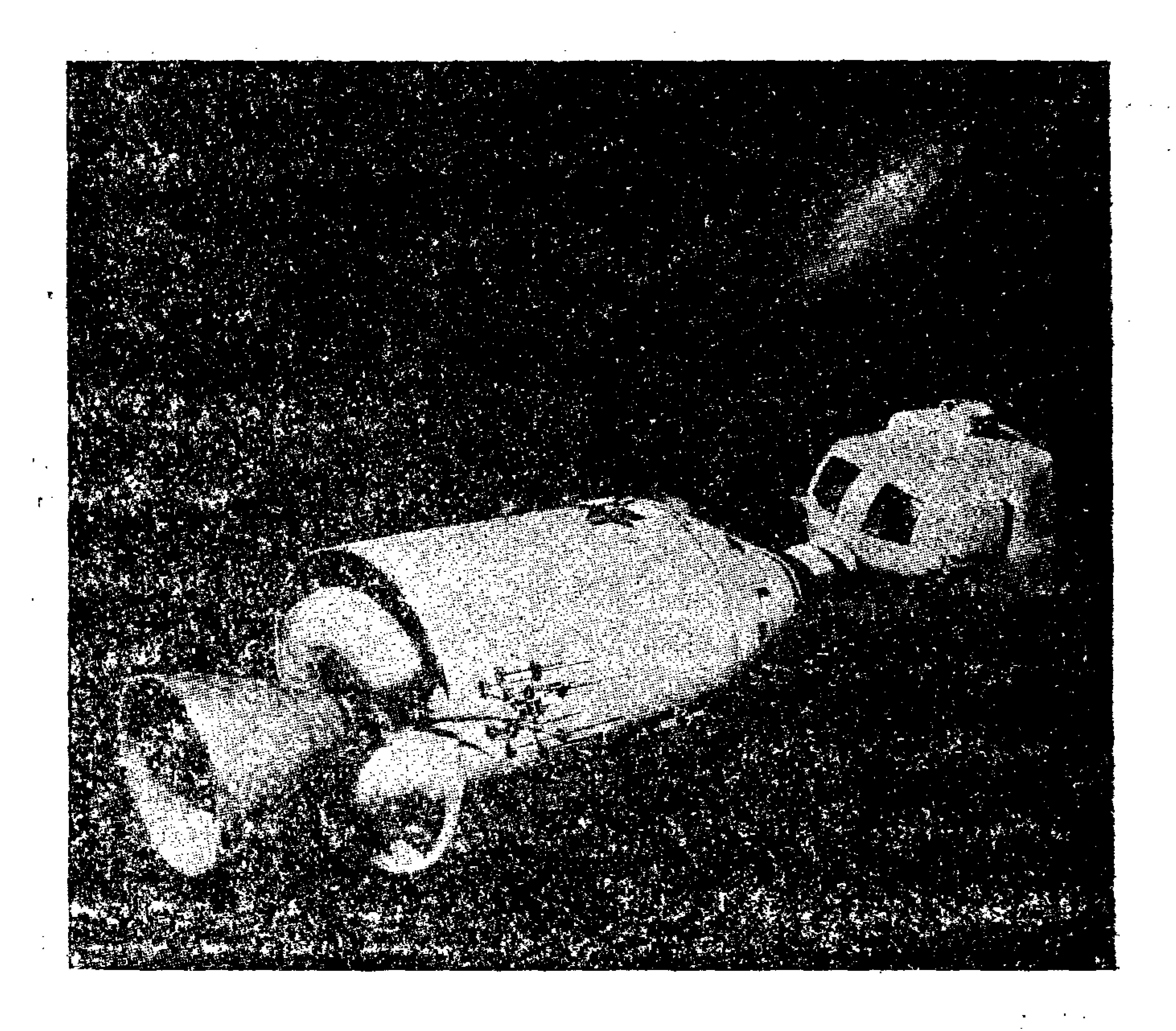
الرائدين على سطح القمر بين ساعتين وأربعة أيام .

ولم ينته اللهو واللعب عند هذا الحد . فهناك أمر الرحيل عن سطح القمر ، وإجراء بعض المناورات العنيفة للعودة إلى الوطن . فلابد للرائدين ، بعد أن يودعا الأحجار على ظهر البقة ، ويقفلا أبوابها ، من أن يقوما بتشغيل آلتهما الحاسبة بدقة وعناية فائقتين لتحديد الوقت المضبوط الذى يضغط فيه القائد على زرار الانطلاق . فلابد من أن يتناسق عملهم على القمر إلى أقرب ثانية مع أبوللو التى لا زالت تندفع فى سكون فى مدارها حول القمر . إذ أن مفتاح العملية هو اللقـاء .

ويعمل الجزء الأسفل من البقة ، ذو الأرجل المغزلية الشكل ، بمثابة قاعدة لإطلاق الجزء الأكبر الذى يحوى رائدى الفضاء والعينات التى جمعاهـا من فوق سطح القمر . فإذا ما انتهى الفحص التأكـدى والعد التنازلى ، أشعل القائد آلة الصعود الصاروخية . فإذا كان كل شىء يسير على ما يرام ، واندفع اللهب من قاع البقة نحو نصفها الأسفل، فقد أصبح فى وسع الرائدين أن يفرضا أنهما لم يصبحا أول رائدين يحكم عليهما بالنفى على سطح القمر .

أما البقة ، التى تبدو كحشرة ضخمة تسبح فى الفضاء، فستندفع بعد نزع سيقانها ، فى قوس إلى أعلى يتبعها لهيبها المتأجج الخارج من نصفها السفلى . ولابد فى هـذه المرحلة من مراعاة الصعود بسرعة مضبوطة ، وفى مسار مضبوط ، وبميل مضبوط ، وعلى قوس مضبوط — كل هذا مع توقيت مضبوط — حتى تتهيأ الظروف للبقة والسفينة أبوللو بالتقارب بينهما فى المـدار القمرى . فإذا سار كل هذا كما يجب ، باستخدام كمية الوقود التى فى حوزة البقة ، استطاعت البقة والسفينة الأم من الانزلاق على هيئة تشكيلة .

وهنا تشعل صواريخ المناورة فى كليهما ليتم الالتحام بينهما . وعندئذ ينقل الرائدان عيناتهما ، من التراب والأحجار ، من البقة إلى قالب العمليات . فإذا



(شكل ٣٣)

تلاق قالب الرحلة القمرية بالسفينة أبو للو على بعد مائة ميل من سطح القمر بعد رحيله منه ويجري قالب الرحلة القمرية مناوراته للالتحام السفينة الأم . ثم يقوم الملاحون بنقل الآلات والعينات القمرية والصور ونتائج التجارب التي أجريت على سطح القمر إلى أبوللو . وعندئذ يفك قالب الرحلة القمرية ويترك كسفينة مهجورة بينما تبدأ أبوللو رحلة العودة إلى الوطن .

ما تم ذلك قام الرواد بفك البقة دون أى احتفال لتترك كالسفينة المهجورة فى مدارها القمرى بينما يقوم قائد السفينة أبوللو بإشعال آلاته لبدء رحلة العودة إلى الوطن .

أما الحقيقة المكدرة عن العيش فى الفضاء ، فى مغامرة من النوع الذى يخطط لمشروع أبوللو ، فهى أنه لن تأتى لحظة يستطيع الرواد فيها أن ينالوا شيئاً من الراحة أو الاسترخاء . فهم يشعرون أن « كل شىء يسير على حز مقطوع وأننا عائدون إلى الوطن » . فالطيران الفضائى يتطلب الخضوع لجميع المطالب

حتى تأتى اللحظة التى يستريح فيها قالب التعليمات على سطح الأرض فى سلامة كاملة . ولابد لرحلة العودة من المدار القمرى حتى الدخول فى جو الأرض من أن تؤدى بنفس الدقة التى تطلبتها رحلة الخروج إلى الفضاء . فإذا لم يتخذ قالب الخدمات الضخم مداراً منحنياً مضبوطاً (يجوز تعديله أو تصحيحه إلى حد ما إذا لزم الأمر) أشبه بأنبوبة وهمية ضيقة تمتد بين القمر والأرض ، فيغلب أن يبتعدا عن كوكب الأرض ابتعاداً كلياً . ويعنى هذا فى الظروف الفضائية افتقاد الأرض إذا لم تقترب منها على طريق مضبوط سبق تعيينه بالحسابات الدقيقة ، هو ذلك النفق الوهمى الضيق .

فإذا ما اقتربت السفينة من الأرض قام الرواد بفك قالب الخدمات هو الآخر ، ووضع قالب التعليمات بحيث يخترق الجو بدرعه الحرارى مواجهاً لخط الطيران . ولابد فى هذه المرحلة من أن تتم كل حركة بمنتهى الدقة التى تصل إلى الأس النونى ، وإلا كانت المكافأة لدخول الجو بطريقة خاطئة صدمة مدوية بسرعة ٢٥٫٠٠٠ ميل فى الساعة . فلا يمكنك أن تحيا إذا أخطأت وأنت تسير بهذه السرعة . فها هو قالب التعليمات يواجه فى مقدمته قوى الدخول فى الجو التى ستصبح ظاهرة للعيان فى هيئة موجة صدمية صارخة تصل حرارتها إلى ١٥٫٠٠٠ درجة فهرنهيتية ، أى نصف درجة حرارة سطح الشمس . أى أنه ستتولد على سطح الدرع الحرارى للنحق المائل درجات من الحرارة تبلغ عدة آلاف .

وتتم عملية الدخول إلى جو الأرض فى ممر متسع منبسط — فإذا زاد ميل السفينة أثناء اصطدامها بالجو كثيراً ، ففى وسعها أن تخرج من مجال الأرض وتبتعد مولولة نحو الفضاء ، وربما إلى غير عودة لتحكم على سكانها بالموت البطىء عندما ينفذ الأكسجين من السفينة . أما إذا كان الميل صغيراً أكثر من اللازم ، فلن تدخل السفينة إلى جو الأرض فحسب ، ولكنها ستصطدم

بالهواء المتكاثف فى عنف شهاب عملاق ضل طريقه وسار على غير هدى ، وتكون النتيجة هى نفس النتيجة . ناراً ملتهبة مستعرة تشير إلى العودة إلى الأرض .

ولا يشك أحد فى قدرتنا على أداء هذا العمل ، وبنجاح تام .

على أنه مما يصعب قبوله أن هذه المهمة ، فى نظر الأطفال الذين سيقرأون عن الحدث فى الجرائد — نفس الأطفال الذين سيخرج منهم رواد فضاء الغد — ستكون حدثاً كبروا فيه .

وربما كان هذا أعجب ما فى الأمر . أما نحن الذين راقبنا الطيور الأولى تقذف بلهبها عبر كاناڤيرال ، وأشعلنا صواريخ الفانجارد والثور — إيبل والرينجر ، فسننظر إلى الرحلة القمرية الأولى التى اشترك فيها رجال ، على أنها منتهى النصر فى كفاح طويل مرير .

أما فى نظر الأطفال فهى مجرد بداية .

الفصل الرابع عشر

ارصاد الكوكب السائل

ما زالت مسألة الحياة على العوالم الأخرى المنتشرة فى الفضاء ، والصورة التى تتخذها ، موضوعاً محيراً له عدد لا نهاية له من الاحتمالات ، موضوعاً يشغل اهتمام محررى ملاحق يوم الأحد كما يشغل تفكير العلماء والفلكيين الرصينين. وينادى الرياضيون بأنه لابد ، على أساس رياضى بحت ، من أن تكون هناك عدة ملايين من العوالم قد نشأت عليها حياة على درجة عالية من الرقى والذكاء.

على أنه ليس من الضرورى بطبيعة الحال أن تصل بخيالنا إلى منتصف الطريق عبر الكون للبحث عن دليل لوجود هذه الحياة . فها هى الإجابات الحاسمة تقع على بعد أقرب إلى وطننا بكثير . بل إن بعض هذه الإجابات قد وجدت فى الواقع هنا على الأرض داخل أحجار عادية — عادية فى مظهرها ، ولكنها تقوم مقام الأفلاك الفضائية ، إذ تحمل بذور الحياة داخل قلوبها الصلبة .

فقد قام العلماء بدراسة كثير من الشهب التى سقطت على سطح الأرض . واكتشفوا داخل عدد كبير من هذه الرسائل الحجرية ، القادمة من مكان ما خارج عالمنا ، جزيئات تشبه المركبات الأساسية للمادة التناسلية التى تؤدى إلى صور الحياة الموجودة على كوكبنا . وها هو الدكتور ميلفين كالفين ، من جامعة كاليفورنيا ، يقدم لنا أول دليل هام على أنه لابد من وجود ظروف فى الفضاء ، غير الأرض ، تصلح لتكوين الصور الحية الأساسية .

فقد قال الدكتور كالفين : « لقد وجدنا دليلاً معقولاً لوجود جزيئات

من النوع المطرى مختلف الدورات ، شبيهة بالبيريميدينات الموجودة فى المادة التناسلية الأرضية » .

على أن المركبات المختلفة الدوزات من بين المواد الأساسية للنيوكليوتيدات التى تكون جزءاً من السلم المؤدى إلى وحدات التركيب الأساسية التى يتركب منها حامض النيوكليك الذى تتركب منـــه الجينات ناقلات الوراثة . أما البيورينات والبيريميدينات فتتركب منها مركبات الأزوت والإيدروجين والكربون التى تتحد مع السكر وحامض الفوسفوريك لتكون النيوكليوتيدات. ويعتقد الدكتور كالفين أن هذه الصور الكيميائية البدائية كانت موجودة على الأرض منذ زمن بعيد سابق للوقت الذى ظهرت فيـــه الصور البيولوجية . وكان من الضرورى أن تؤثر الأشعة الكونية والعواصف الكهربائية والضوء فوق البنفسجى (وكانت كلها متوفرة) لتجمع بين العناصر البدائية لتتكون منها جزيئات تتدرج فى تعقيدها . وحان الوقت لنشأة النيوكليوتيدات ، ثم تبعتها الأحماض النيوكليكية والكروموزومات الناقلة للجينات . على أن هـــذه الصور البدائية لاوجود لها على الأرض فى الوقت الحاضر ، والمعتقد أنها اختفت من الوجود منذ ملايين السنين ، وأنها انقرضت بتكوين الجزيئات البيولوجية المعقدة التى نشأت منها الحياة الراقية .

ويوحى اكتشاف أول صور بدائية للحياة فى الشهب بشدة ، فى رأى الدكتور كالفين ، بأن تكوين الجزيئات عملية تجرى فيما وراء الأرض ، وأنها تشكل نشاطاً لاحيوياً . ومن هنا نصل إلى القرار الذى لا مفر منه ، من أنه إذا تهيأت الظروف التى لابد أن تهيأت على الأرض بعد أن تكونت بقليل، لم يعد هناك مفر من نمو الحياة نتيجة لهذه الظروف ، لا بمجرد الصدفة .

إلا أن ما قام به الدكتور كالفين من إثبات وجود صورة الحياة البدائية

لم يؤد بأى حال من الأحوال إلى حل أكثر المواضيع العلمية تعقيداً — مصدر الحياة ذاتها . ولكنه ساعد ولا شك فى إلقاء مزيد من الضوء على هذا الأمر — وأثار مزيداً من الاهتمام بنشأة صور الحياة التى قد تظهر فى ظروف تختلف تماماً عن الظروف القائمة على عالمنا . فربما كانت الظروف التى نراها غير صالحة بتاتاً للحياة ، لاتصلح لأنواع الحياة التى نتصورها فى خيالنا المحدود . على أن الحياة فى هذه العوالم قد لا توجد فحسب ، بل قد تنتعش وتصل إلى أعلى مراتب التطور .

وها هم علماء الكيمياء الحيوية والطبيعة الحيوية قد أصبحوا أكثر مرونة فى معالجتهم لنشأة الحياة فى العوالم الأخرى . فلا بد من معالجة هـذا الأمر ، لاتبعاً لما نعرفه عنه على الأرض ، ولكن على أساس وجود مجموعة لانهائية من الظروف والاحتمالات .

ويشير تقرير لجنة العلوم والملاحة الفلكية المنبثقة من مجلس النواب الأمريكى فى دورته السادسة والثمانين بعنوان «تقرير عن علوم الحياة والفضاء» إلى أنه لابد للعلماء من أن :

« يبحثوا عن الطريقة التى بدأت بها الحياة ، وما إذا كان هـذا الأمر حدثاً نادراً أو هو عملية عادية مستمرة . كما أن عليهم أن يبحثوا فيما إذا كان هـذا يحدث على أساس الكربون والإيدروجين والأزوت مضافاً إليها الكلسيوم والفوسفور والكبريت وآثار طفيفة من عناصر أخرى ، كل ذلك فى حدود مدى ضيق من درجات الحرارة ، أو أن هناك احتمالات أخرى . فهل يمكن مثلاً أن يحل السيليكون محل الكربون ؟ وهل فى وسع تجميعات أخرى مختلفة تمام الاختلاف أن تقدم لنا الحياة فى درجات حرارة وضغوط تختلف كثيراً عما ألفناه هنا ؟ كما أنه لابد للمؤرخين وعلماء البشرية وعلماء

الاجتماع من أن يبحثوا تطور المدنية بوجـــــه أعم، وللفلاسفة أن يبحثوا الأهداف التي تسعى إليها المجتمعات الأخرى . على أن هذه المشاكل تتضاعف بنسبة لانهائية تقريباً ، كما أنها قد أصبحت بطريقة أو بأخرى في مرحلة متأخرة بحيث يمكن أن يظهر الفلك اللاسلكي في الصورة حتى يستمع إلى الإشارات الحقيقية ، ولو أن الفلك اللاسلكي من أفضل الوسائل لمتابعة الأبحاث الكونية الأساسية .

« وستزداد تجارب علوم الحياة جرأة في المستقبل القريب ، وستتطلب تعاوناً وثيقاً جداً بين التكنولوجيين الذين يصنعون مركبات الفضاء وعلماء الحياة . وإنه لمن الواجب علينا في خلال هذا العقد أن يكون لدينا سابرات الفضاء تستطيع أن تدخل إلى جو كوكبي المريخ والزهرة . ولكن كيف تستطيع هذه السابرات أن تلتقط العينات وتحتفظ بها لتحليلها بعد عودتها إلى الأرض من حيث محتواها الحيوي الدقيق ؟ وهل سيكون لزاماً علينا أن نعيد هذه العينات لتحليلها في معاملنا ، أو أن نصنع إمكانيات آلية لعمليات التحليل في سفينة الفضاء ، على أن تبرق بنتائجها إلينا على هذه الأرض .

« وإذا اقترب زائر ما من الأرض ، فما مقدار ما يستطيع إدراكه عن صور الحياة ومرتبة التطور وهو ما زال في المدار ؟ ولا شك أن المعالم التي صنعها الإنسان لن تؤثر في نفسه إلا إذا استخدم تلسكوباته في فحصها ...

« على أن هناك موضوعاً يصلح غذاءً للفكر . فلنبدأ ، بدلاً من أن نفكر في الطريقة التي نكشف بها العوالم الأخرى ، بعكس الصورة ونفكر في الطريقة التي يحاول بها عقل ذكي آخر فحص عالمنا ، الأمر الذي يدعونا إلى التفكير في أمر الصورة التي تبدو فيها لشخص آخر .

وقد كتب ميشيل كوزاك مقالاً لمعالجة هذا الموضوع ، يعد أكثر

ما كتب إثارة ، وكان بعنوان « أرصاد الكوكب السائل : منظر الأرض من بعد » .

ويشير محررو مجلة « إير فورس — سبيس دايجست »[1] (الذين تفضلوا بالسماح باستخدام مقال المستر كوزاك المنشور فى عدد يونيه ، عام ١٩٦٣) إلى مقال المستر كوزاك الذى كان بمثابة تقرير من المريخ عن العالم العجيب الذى نطلق عليه نحن سكان الأرض اسم الوطن . وها هو التقرير الخاص الذى كتبه المريخيون عن هذا العالم الساحر ، ثالث العوالم من الشمس :

« أطلق أجدادنا على جارنا القريب من الشمس اسم «الكوكب السائل» بسبب ما يظهر فى وسطه من بروز ، وما يبدو على ملامحه من تغير دائم . وقد أصبحنا الآن بعد دراسة استمرت بضعة قرون ، أصبحنا نعرف أن الكوكب فى غالبه جامد ، وأن المعالم السطحية الحقيقة لا تتغير فى الواقع . إلا أن الأرصاد التى أجريت عن كثب قد أوضحت أن الكوكب جدير بهذا الاسم ، إذ أن سبعين فى المائة من سطحه من السوائل ، مما يجعل الهبوط عليه أمراً مستحباً ، ولو أنه فى غاية الخطورة . أما حسنات وسيئات هبوط من هذا النوع فأمر لا يمكن مناقشته بطريقة سليمة دون مراجعة ما ندركه عن الكوكب السائل .

كوكب مزدوج

الكوكب السائل ثالث الكواكب من الشمس . ومن الواضح أنه عالم أصغر عمراً من عالمنا ، فهو يمتاز بغلاف غازى كثيف ، وبوفرة فى السائل السطحى ، وسطح يبدو عليه الاضطراب — كلها ظروف كانت سائدة لدينا فى وقت ما . أما قمره فهو أكبر الأقمار فى المجموعة الشمسية بمقارنته بالكوكب

---

(1) Air Force space Digest .

التابع له . على أن الكوكب السائل وقمره يبدوان عند النظر إليهما بالآلات البصرية البسيطة من السطح الإلثيرى (المريخى)[1] كما لو كانا كوكباً مزدوجاً. كما أن هذا الكوكب المزدوج أكثر الأجرام السماوية لمعاناً إذا استثنينا الشمس والقمرين التابعين لنا .

صور عاصفية

ولا يبدو الكوكب السائل فى لون واحد ، إذ يظهر فى ألوان باستيلية متغيرة تسود فيها الخضرة المائلة إلى الزرقة ، والبنية المائلة إلى الحمرة .على أن السُحب تحجب معظم تفاصيله السطحية .وقد شعر قدماء الفلكيين فى الواقع أن كتل الأنقاض الضخمة تلقى على سطح الكوكب السائل المضطرب هى السبب فى ظهور المعالم الدائمة التغير . على أننا ندرك فى الوقت الحاضر أن هذه الأنقاض هى السحب التى تنتقل فى ربوع الطبقات الغازية القريبة من السطح . كما نعرف فوق ذلك أن هناك معالم ثابتة محددة تكمن تحت السحب : هى عبارة عن كتل من المواد الجامدة والسائلة مختلطة فى أشكال غير منتظمة .

أما الكتل الجامدة فتتغير ألوانها من وقت إلى آخر . وكان المراقبون الأوائل يعتقدون أن هذه التغيرات تحدث كما يعن لها . إلا أن الأرصاد الحديثة قد أوضحت لنا أن هذه الصور موسمية بطبيعتها ، وأن مواسمها أقصر من مواسمنا هنا .

ويبدو السطح الحقيقى للكوكب السائل سطحاً أملس (يبدو السطح أكثر ملاسة مما هو عليه فى الواقع إذا نظر إليه من بعد يقرب من ستة عشر أمثال نصف قطر الأرض) باستثنا بعض الشواذ . على أن هناك دليلاً على قيام العواصف العنيفة التى تهب بكثرة بالقرب من سطح الكوكب . وربما كان

---

(١) العبارات المحصورة بين الأقواس من تعليقات المؤلف الأرضى .

السبب الرئيسى لهذه العواصف هو حجم القمر الكبير وقربه من الكوكب ، وما ينتج عن ذلك من آثار على السائل السطحى . ومن المحتمل أن تنتقل حركة السائل إلى الطبقت الغازية السفلى ، ثم تنتشر إلى مايليها من الطبقات . وتوحى ظاهرة ارتفاع وحركة مستودعات السوائل الجوفية فى كوكبنا ، والتى تتسبب عن قمرينا الصغيرين ، توحى بالآثار العميقة التى يسببها القمر على الكتل السائلة . كما يحتمل أن تتأثر كتل الغاز الكثيفة التى تقع بالقرب من سطح الكوكب السائل بنفس الطريقة . كما أننا نشعر أن هناك تفاعلاً بين الطبقات الغازية السفلى والسائل السطحى يؤدى إلى وقوع الاضطرابات .

وقد أشارت سفننا الفضائية إلى عامل آخر من العوامل التى تؤدى إلى قيام العواصف فى مختلف مناطق الكوكب ، هو أثر الإشعاع الشمسى الشديد الذى يحيط بالكوكب السائل . ويبدو أن كثافة الطبقة الغازية تتغير بتغير النشاط الشمسى . فها نحن نعتقد أن التغيرات التى تطرأ على النشاط الشمسى تنتج تغيرات فى درجة حرارة الطبقات الغازية الخارجية ، مما يسبب بدوره قيام حركة فى كل البناء الطبقى الغازى . ومن المحتمل أن تنتقل هذه الحركة إلى السائل السطحى ، مما يسبب قيام سلسلة من العواصف العنيفة المعقدة . وربما كان من الأنسب ، لهذا السبب ، أن نطلق على هذا الجرم اسم « الكوكب العاصف » .

كثيف وعميق ومميت

وقد حصلنا على فيض من المعلومات فى السنوات السبع الأخيرة (١٦ر١٣! سنة أرضية — إد) ، التى استخدمنا فيها السفن الفضائية ، يزيد على ماحصلنا عليه من الأرصاد التى أخذت من القواعد الإلثيرية فى القرون السابقة . وها هى سفن الفضاء التى اخترقت حلقة الجسيمات المشحونة التى تحيط بالكوكب ،

تقدم لنا كثيراً من المعرفة عن الطبقات الخارجية من الغلاف الغازى . وقد أرسلنا سفناً آلية إلى أعماق أبعد الطبقات الغازية . إلا أن معظمها لسوء الحظ قد فقد . ولكن قد يكون ما استعيد منها مفتاحاً لاختراق السطح . كما أننا حصلنا على بعض المعرفة الهامة عن معالم السطح من هـــذه السابرات غير المحملة بالبشر .

وقد دخلت سابراتنا المستعادة بزاوية ضحلة . ويبدو أن هذا كان السبب فى نجاتها ، إذ أن السفن الأخرى قد شوهدت وهى تشتعل عند دخولها إلى الطبقات السفلى الأكثر كثافة بزاوية أكبر . وقد كنا قد توقعنا شيئاً من هذا القبيل من خبرتنا فى العودة إلى جونا الإلثيرى ، مما دعانا إلى إعـــداد سفننا الآلية بأجهزة تحكم إبطائية تقلل من سرعاتها ، وبالتالى من حرارة الاحتكاك . وقد أدى هذا بنا إلى الاعتقاد فى أن طبقات الغاز العميقة تحوى بعض العناصر الكيميائية التى سببت تدمير سفننا ، ولو أن الغلاف الغازى المتعدد الطبقات قد يكون بمثابة درع واق من الشهب والبـــلازما الشمسية الضارة .

ويزيد عمق الغلاف الغازى للكوكب السائل كثيراً عن عمق غلافنا . ويتكون الغلاف الغازى الخارجى من طبقات عميقة من الغاز الخفيف ، بينما تزداد رقة طبقات الغاز ، وتتزايد كثافته ، كلما اقتربنا من سطح الكوكب . وقد دخلت سابراتنا المستعادة طبقة عميقة من الإيدروجين يتكون منه الغلاف الخارجى . أما الحد الأعلى لهذه الطبقة فمن الصعب جداً تحديده بسبب اقتراب كثافة الجسيمات فيه من كثافة الغاز الذى يقع فيما بين الكواكب . وتلى طبقة الإيدروجين طبقة من الهيليوم ، التى تليها على ما يبدو طبقة رقيقة يسود فيها الأكسجين الذرى والأوزون . أما الطبقة القريبة من السطح



(شكل ٣٤)
الكوكب السائل .

فهى أكثر كثافة من أى جزء من جونا . وقد بينت الدراسات الطيفية أن تلك الطبقة تتركب من الأزوت والأكسجين .

وقد عينا عمق الطبقة الخارجية ذات الكثافة المحسوسة فكانت ما يقرب من ٩٢٠و٥ إلتات (أى مايقرب من ٤٨٤و٢ من الأميال . ويبدو أن الإلت، الذى يحتمل أن يكون الوحدة الأساسية لقياس الأطوال فى المريخ ، يساوى جزءاً من عشرة آلاف من قطر المريخ — إد) . كما تمكنا من قياس طبقة الهيليوم بزيادة قليلة فى درجة الدقة فوجدنا أن عمقها يبلغ ٢٠٩و٢ من الإلتات. أما طبقة الأكسجين الذرى فتبلغ من العمق ٣٠٢و١ إلت ، فى حين يبلغ

عمق الطبقة الكثيفة ، إلى درجة كبيرة من التقريب ، ١٧٧ إلتاً . وبذلك يكون عمق الغلاف الجوى بأكمله حوالى قطر كوكبنا نحن .

حزام الجسيمات المشحونة

وتحيط بالكوكب السائل ، علاوة على الطبقات الغازية ، حلقات أخرى ، أهمها حزام من الجسيمات المشحونة فايلة التركيز ، تمتد من الطبقة الغازية الخارجية ، نحو الخارج ، حتى حوالى ١٥٠٫٠٠٠ إلت من سطح الكوكب . وقد مررنا فى الواقع خلال الجزء الخارجى من هذا الحزام ، وأجرينا قياسات على جسيمات مشحونة بلغت طاقتها بضعة ملايين من الإلكترون — فولت . ولما كان هذا الحزام باقياً حول الكوكب السائل ومتحركاً معه فى الفضاء ، فلابد من أن يكون لهذا الكوكب مجال مغناطيسى قوى . وربما كان السبب فى ذلك وجود قلب سائل أو بلاستيكى فى الكوكب السريع الدوران الذى يقل فى سرعة دورانه عن كوكبنا بقدر طفيف . إلا أننا نعتقد أن قلب الكوكب يشغل من الحجم ما يقرب من ضعف حجم قلب كوكبنا ، وأن درجة حرارته أعلى بكثير من نظيرتها فى كوكبنا ، إذ أن مجالنا المغنطيسى أضعف من مجاله .

ولما كانت قلوب الكواكب تبرد وتنكمش مع مرور الزمن (ولازال هذا الرأى موضوع جدل على الأرض — إد) فإن هذا يتفق مع اعتقادنا فى أن الكوكب السائل أصغر عمراً من الإلثيرة . وقد كشفنا عن وجود حلقة من التيار الكهربائى تحيط بالكوكب السائل إلا أننا لم نستطع حتى الآن تعيين مقدارها . على أن الكوكب السائل يبدو ، من الأرصاد التى أجريت عن قرب ، عدائياً تنتشر عليه العواصف . وسنعرض ما نعرفه عنه قبل أن نفكر فى أمر وجود الحياة عليه .

حقائق وأشكال

ويبلغ الزمن الدورى للكوكب السائل ، فى حركته حول الشمس فى مدار ناقصى ، حوالى ٠ر٥٣٢ من سنتنا الإلثيرية ، كما أن قطره عند خط الاستواء يبلغ ١ر٨٨٥ مرة قدر قطر كوكبنا . فإذا اعتبرنا الإلثيرة وحدة ، فإننا نجد أن الحجم النسبي للكوكب السائل يبلغ ٦ر٦٦٦ ، وأن كتلته تبلغ ٩ر٣٤٦ . كما أن الكوكب السائل أعلى فى متوسط كثافته من أى كوكب آخر فى المجموعة الشمسية،ولو أن قياساتنا لمتوسط الكثافة فى كوكب اليوفورا (عطارد) أمر مشكوك فيه .

السؤال المحير

وقد كنا نعتقد إلى وقت قريب فى أنه لايمكن أن يوجد على الكوكب السائل من الحياة إلا أدنى صورها . وقد كان هذا الاعتقاد بطبيعة الحال عندما كنا نفكر فى الكوكب على أنه بكامله كتلة من السوائل ، إلا أن هذا الاعتقاد استمر إلى مابعد اكتشافنا للمناطق الجامدة . ولكن حدث منذ بضع سنين أن اقترح بعض الكتاب وجود الحياة ، بل وجود كائنات تتمتع بالذكاء .

وقد دفعنا هذا إلى إجراء سلسلة من الأرصاد التى أخذت بالقرب من الكوكب ، ولكنها لم تؤد بنا إلى قرار حاسم فى الموضوع . وليس فى وسعنا أن نقول أكثر من أنه لا يوجد دليل مباشر على وجود الحياة على الكوكب السائل .

على أن هناك اعتبارات أكثر تفصيلاً توحى بعدم إمكان وجود الحياة هناك ، إذ أن الجسيمات المشحونة والأشعة الكونية الشمسية التى تبعث بها ألسنة اللهب البلازمية تضرب الكوكب ضرباً مستمراً ، ولابد من أن يكون

هذا الضرب عنيفاً عقب التأجج الشمسى الشديد . ومن المشكوك فيه أن تستطيع المخلوقات الحية الصمود لها . على أن الغلاف الغازى الكثيف يمكن أن يقدم بعض الوقاية ، إلا أن كثافة الغاز فى حد ذاتها قد تقاوم الحياة فى صورتها المألوفة لنا . كما أن الضغط الجوى المرتفع عندالسطح ، بالإضافة إلى الجاذبية الكبيرة ، يميل إلى منع الحركة والتنفس وغير ذلك من وظائف الجسم العادية . وعلاوة على ذلك فقد أوضحت الدراسات الطيفية وجود آثار من العناصر السامة فى طبقة الغاز القريبة من السطح . وفى وسع هذه العناصر ، إذا وجدت بكميات كافية ، أن تكون قاتلة .

فإذا أضفنا إلى هذا كله ما أشرنا إليه من كثير من العواصف العنيفة ، فإنه فى رأينا أنه لو وجدت هناك حياة من أى نوع فلابد أن تكون حياة بدائية وعرة .

الحاجة إلى هبوط بشرى

على أن هبوط الإنسان على الكوكب السائل هو الطريق الوحيد المضمون لتقرير ماإذا كانت عليه صورة ما من صور الحياة . وقد نستطيع فى وقت قريب ، إذا أنجزنا تحسينات فى المواد ، وطورنا معدات التحكم فى المناورة والإبطاء ، أن تنزل سفناً آلية على السطح الجامد . إلا أن وجود العناصر الكيمائية فى طبقات الغاز الداخلية — على نحو مايبدو لنا فى الوقت الراهن — تلك العناصر التى تتفاعل مع مادة سفننا وتشملها ، يجعلنا بعيدين عن الوصول إلى هذا الهدف بعدة سنين .

وإنه لجدير بنا أن نضع برنامجاً لنعين بالضبط التركيب الكيماوى لطبقة الغاز الداخلية ، وأن نجرى مزيداً من القياسات لدرجات حرارة السطح . وقد دلت السابرات التمهيدية على أن هذه الدرجات محتملة فى غالبها . إلا أنه لابد من من إجراء دراسات من قرب للظروف الموسمية والمحلية .

على أنه لابد من أن يكون كل من التوجيه والتحكم فى نهاية الرحلة على درجة كبيرة من الدقة لتحاشى ضياع السفينة الآلية فى السائل ، ولو أن هذا لن يكون مشكلة لها نفس الخطورة فى حالة السفن المحملة بالبشر . ومع ذلك فلابد من إجراء بعض عمليات هبوط ناجحة لسفن آلية قبل محاولة الهبوط بسفن محملة بالبشر ، ولابد من تعيين تركيب وتوزيع السطح والتركيب الكيماوى ودرجات الحرارة فى الطبقة الغازية القريبة من السطح . ومن الواجب أن يكون فى استطاعتنا ، فى خلال ثلاث سنوات ، أن نعين بالضبط ماهية سطح الكوكب السائل وظروف البيئة بالقرب من السطح . فإذا حصلنا على هذه المعرفة أصبح فى وسعنا أن نضع برنامجاً لعملية هبوط سفن محملة بالبشر . وعندئذ ، وعندئذ فقط ، سيكون فى مقدورنا أن ندرك ما إذا كانت هناك حياة كائنات راقية ذكية فى مكان آخر فى المجموعة الشمسية .

وأعتقد أن السنوات الإلثيرية الثلاثة قد انقضت الآن .

فهل كان لديك فى لحظة ما إحساس بأن شخصاً ما ينظر إلى كتفيك ؟

الفصل الخامس عشر

التحدى الأعظم

يمكن تعريف الطرق المؤدية إلى كشف واستغلال العوالم الأخرى السابحة فى الفضاء بأنها إيجاد حل للمشاكل الميكانيكية . فبالرغم من تحمسنا لإرسال سفينة للفضاء معدة إعداداً كاملاً إلى كوكب المريخ فإن مباشرة المهمة مازال أمرها يعبر عنه فى أغلب جوانبه بلغة الميكانيكا والنقل . فما هى التكنولوجيا الأساسية التى تتطلبها المغامرة المريخية موجودة فى وقتنا الحاضر . وأهم من ذلك أن هذه التكنولوجيا تستخدم بنفس الطريقة التى نسبر بها الفضاء فعلاً ، سواء كان ذلك بمساعدة رجال الفضاء أو الآلات . وليس التدرج إلى موقف يصبح فيه كشف المريخ فى حدود قدراتنا إلا تدرجاً لا مفر منه فى الصناعة . فلو أنه كان من الضرورى لأرسلنا بعثة إلى كوكب المريخ بنفس الصواريخ والأجهزة التى نستخدمها فى وقتنا الحاضر . وفى الإمكان القيام بتلك المهمة دون إضافة أى جهاز جديد ، ودون أية آلة صاروخية جديدة .

إلا أن العملية ستكون بطبيعة الحال عملية أثقل ظلاً وأقل كفاءة مما نود أن تكون عليه ، فالآلات الصاروخية الدافعة ستكون أقل قوة مما نفكر فيه للانطلاق إلى المريخ عبر الفضاء ، إلا أنه يمكن إتمامها بنفس الآلات والإمكانيات التكنولوجية التى نستخدمها فى الوقت الحاضر . ولما كانت الرحلة إلى المريخ فى نظرنا عملية غير ملحة لدرجة تبرر التكاليف الفادحة بسبب تقييد أنفسنا بالتكنولوجيا المعاصرة ، فنحن على استعداد تام للانتظار ست سنوات أو اثنتى عشرة سنة إذا لزم الأمر ، حتى يتسنى لعلوم الفضاء

الحديثة ، التى نقوم الآن بتطويرها ، أن تزيد من قدراتها بعدد من العوامل .

ونعود فنقول إن هذا أمر يعبر عنه بلغة الميكانيكا والنقل . فلو أنه كان ضرورياً لاستخدمنا الصاروخ ساتيرن ١ ، وتيتان ٢ ، وغيرهما من الصواريخ الدافعة ، لنرسل بها قطعاً وأجزاء تدور حول الأرض . إلا أن هذا سيكون بمثابة محاولة معقدة باهظة التكاليف ومضيعة للوقت، ولو أنه من الممكن إنجازها. أما إذا انتظرنا ما لا يزيد على بضعة سنوات ، فسيكون فى وسعنا أن نستخدم صواريخ تصل قدرتها إلى خمسة أو ثمانية أضعاف قدرة الصاروخ العملاق ساتيرن ١ . فإن إطلاقة واحدة لصاروخ من طراز ساتيرن ٥ سترسل ٢٤٠٫٠٠٠ رطل إلى مدار حول الأرض . وهذا يفوق بالطبع قدرة ساتيرن ــ ١ الذى يستطيع أن يرسل إلى المدار حمولة مقدارها ٢٠٫٠٠٠ رطل فقط .

وسيكون على رجال الفضاء ، وهم فى مدارهم حول الأرض ، أن يجمعوا ويربطوا ثم يجمعوا التجميعات والمركبات وغير ذلك من الأدوات اللازمة لخلق سفن الفضاء التى تشكل البعثة إلى المريخ ، بعدداتها ومؤنها . فالموضوع برمته موضوع مقادير .

فإذا استخدمنا آلات برنامج الفضاء المعاصر ، فقد نضطر إلى إرسال عشرة أو ثلاثين أو خمسين من الحمولات الصافية إلى المدار . أما إذا استخدمنا ساتيرن ٥ فيكفى أن نقوم بما يتراوح بين خمس وعشر رحلات إلى مدار حول الأرض لتجميع ما يلزم لرحلة المريخ .

وعلى ذلك فإنه يبدو أنه من مجرد الجدل أن نحاول وضع أى توقيت معين لبرامج تنبع من أنشطتنا الفضائية الحالية . وبذا يكون من التدرج المعقول أن نستمر فى إطلاق سابرات غير محملة بالبشر الى القمر ، تصور ، وتدور ، وتهبط على القمر ، لتزيد من وثوقية معرفتنا عن أقرب جار لنا فى الفضاء . وسنوالى

إرسال الأقمار مارينر ٢ ، وزوند ١ ، وخمس سفن أخرى إلى المريخ وإلى الزهرة ، بحيث تزداد قدرة كل منها وثوقيتها عن سابقتها . وبذا يكون كشف الفضاء فى هذا السباق بمثابة استخدام قوالب بناء القدرة . كما يكون بمثابة نمو تدريجى ، حتى نرى أنفسنا وقد أصبحت لنا ، على حين فجأة ، القوة التى نهدف إليها لإنجاز أول رحلة بشرية حقيقية لعالم آخر . ويغلب على الظن أن أول كوكب نحاول زيارته سيكون الكوكب الذى يتوفر فيه أكبر احتمال لظهور الحياة عليه ، والذى يرجى فيه أعظم الفرص لنجاح المهمة — وهذا بالطبع هو كوكب المريخ الأحمر .

على أنه يبدو أن التحدى الحقيقى للإنسان لا يكمن فى كتابة جدول التوقيت . فإن التركيز على المشروعات قصيرة الأجل نسبياً ، كشروع القمر ومشروع المريخ ، يحجب وراءه ، الأهداف ذات المغزى التى يرمى إليها الإنسان فى الفضاء . فليس المهم أننا ذاهبون إلى القمر أو إلى المريخ ، إذ أنه لا مفر من القيام بهاتين الرحلتين كما أنهما يتضمنان ، على أساس دراسة الإنسان فى الفضاء كمجهود كوكبى ، (١) إقامة محطات دائمة ، (٢) التحضير لإجراء تعديل على الكوكب حسب احتياجاتنا ، (٣) أنهما سيستخدمان كمحطات وقوف مؤقتة فى الرحلات الفضائية الطويلة .

وقد تبهرنا حفلات افتتاح عصر الفضاء فلا ننظر إلى الجوائز العظيمة فيما وراء أقرب المذنب للأهداف الفضائية .

إلا أن أسلوب الجنس البشرى هو أنه قد بدأ فعلاً فى قلق بشأن تسرعه فى التفكير فيما وراء مغامراته الكوكبية الأولى . فهل لم يحن الوقت للاهتمام إلى هذا الحد بالرحلات إلى ما وراء مجموعتنا الشمسية ، فى وقت لم نطأ فيه بعد بأقدامنا سطح القمر ؟

لم يعد الوقت مبكراً أكثر مما كان الحالمون بصناعة الصواريخ والطيران

الفضائى عليه فى آمالهم وطموحهم. فقد كان الرجال الأوائل — تسايلكوفسكى، وجودارد، وتساندر، وشاستا، وفون براون، وكل معاصريهم — كانوا سابقين لعصرهم. فلم تكن هناك العلوم والتكنولوجيا ولا الفن ولا التأييد للرحلات إلى ماوراء هذا العالم عندما وضعوا برامجهم للمستقبل .. فمن أين جاءهم التأييد المادى لما كانوا يحلمون به وما كانوا يخططون له؟ فقد كانت النظرة الثاقبة إلى المستقبل هى التى اكتسحت الساخرين والجموع التى كانت تنادى « مستحيل » ، وبدأت مولد هذا العصر الجديد .

ولم يكن ليوناردو دافنشى أكثر منهم سبقاً لعصره، بينما كان للينثال يفتقر إلى التكنولوجيا اللازمة لتحقيق أحلامه بالطيران الحقيقى . إلا أن الآمال والمحاولات، والمناداة بهذه الآمال . . . كل هذا كان يحوى البذور المنبتة لمستقبل حقيقى .

وعلى ذلك ، فإن أولئك الذين يهتمون بالمشاكل التى تنتظر الإنسان ، لا فيما وراء عالمه الأرضى فحسب ، ولكن فيما وراء المجموعة الشمسية ، هؤلاء يكتبون الصفحات الأولى من قطعة تاريخية قد تتحقق بعد عشرين سنة، أو قد تحتاج لتحقيقها إلى ألفى سنة .

ولا يهمنا هذا ، فنحن فى بداية هذا المستقبل الطويل .

فلا جدال فى أننا نستجدى الخيال عندما نتحدث عن السفر إلى حافة مجموعتنا الشمسية ، ثم عندما نقفز منها إلى الأعماق السحيقة فيما وراءها . غير أن هناك من يستهزئون باهتمامنا بهذه الرحلات ـ كما كان هناك فى وقت ما رجال كانوا يستهزئون بأى رجل آخر كان يرغب فى تخطى الآفاق البعيدة التى لا يمكن لمسها . وها قد خفت حدة الجدل عن البقاء على الأرض . فلم يعد الساخرون يقترحون أن نغمض أعيننا عن العالم الخارجى ونبقى هنا على عالمنا الأرضى . وقد اقتصرت مطالبهم على أنه يجدر بهذا الجيل والجيل التالى له ، والجيل الذى

يلى ذلك الجيل ، أن تقنع بالكشف عن الأجرام الداخلية فى المجموعة الشمسية ، لا أن تتجول بمحاقة حول أقمار المشترى وحلقات زحل ، ثم زيارة الكواكب فيما وراء هذين الجرمين العملاقين .

ولكن لماذا نخضع لهذه الحدود المصطنعة ؟ فلم تعد حدوداً أكثر واقعية ، فى مجال كشف الفضاء ، من الادعاء بأن الإنسان يجب ألا يطير لأن الله لم ير من المناسب أن يمنحه الأجنحة التى منحها للطيور ، أو بأن الإنسان يجب ألا يصل إلى أعماق المحيط لأن الله لم يمنحه الزعانف والخياشيم التى منحها للأسماك .

على أن أولئك الذين يميلون إلى تقييد سفر الإنسان فى الفضاء يفعلون هذا على أساس الأبعاد المذهلة لآفاق الفضاء التى نود أن نصل إليها ، ثم نعبرها . فإن التحدث عن قطع بلايين الأميال فى سفر خلال المجموعة الشمسية شىء . وإنه لمما يفوق إدراكنا أن نفكر فى سفر نعبر عنه بالسنوات الضوئية لقطع رحلة تقاس بمقياس قدره ٦٧٦ مليون ميل فى الساعة .

ولنذكر مرة أخرى أن الأمر يتعلق بالمقادير ، وأن مقاييسنا لا تصلح بتاتاً لهذا الغرض . إلا أن من عادة المقاييس أن تتغير ، وتطول وتطول مع الزيادة المضطردة فى التكنولوجيا. وها نحن فى يومنا هذا نعتبر أن القيام برحلة إلى أقرب نجم منا — وهى رحلة تستغرق ٤ر٣ سنوات لو قطعت بسرعة الضوء — عملية تتحدى بها الواقع .

هذا صحيح — ولكنه ليس صحيحاً إلا على أساس استخدام المقاييس التى نستخدمها فى الوقت الحاضر . فإن سفننا الفضائية هى أبشع قوارب للتجديف الفضائى يتخيلها الإنسان. فهى ليست سوى أول زوارق بدائية نشق بها طريقنا فى محيط الجاذبية الذى يبدو ممتداً أمام بصرنا إلى ما لا نهاية له .

وليس من المعقول أن نحكم على آفاق المستقبل على أساس الآلات البدائية

الماجزة التى نستخدمها فى وقتنا الحاضر ، إذ أن هذا الأمر يعنى العجز عن الرؤية بتاتاً . فصواريخنا بدائية ،مزاجية ، وتنقصها الكفاءة إلى حد بعيد . نعم هى صواريخ ضخمة ، ولكنها ضعيفة الجدران، ورقيقة الفناطيس التى تبرز مع وجود الأوقدة الخطرة بداخلها . . تعمل فى حدود ضيقة من الفشل يكاد يكون معها مستحيلاً .. ينطلق رعدها بضخامة الطاقة التى تطلقها ، ولكنها طاقة تنقصها الكفاءة من حيث التركيز والاستغلال ، إذ أنها الطريقة الوحيدة التى أتيحت لنا حتى الآن للانطلاق إلى أعلى ضد مجال عالمنا الجذبى .

وتناظر صواريخنا الحالية زوارقنا البدائية الأولى إذا ما قورنت باللنشات. وتناظر بالوناتنا الأولى التى كانت تسبح بلا حول ولا قوة أمام الريح إذا ما قورنت بالطائرات النفاثة الضخمة التى تنتقل بسرعة من قارة إلى قارة، فإذا تحدثنا عن السفر إلى نجم آخر ، وقسنا الرحلة فكانت عدة سنوات ، فإننا نقيد أنفسنا باستخدام للقاييس البدائية التى نستخدمها فى الوقت الحاضر .

وقد تعجز تكنولوجيتنا الحالية عن تحطيم سلاسل الزمن فى الفضاء . إلا أنه من المستحيل أن نتنبأ عن ظهور تكنولوجيات جديدة . فلو أنك حاولت منذ مائتى سنة أن توضح لشخص ما طيران قاذفة للقنابل تسير بسرعة تفوق سرعة الصوت عبر المحيط ،أو دوران قمر صناعى فى مدار حول الأرض؛ لكان هذا منك عملاً مستحيلاً من بدايته إلى نهايته . وكيف تفسر الترميستورات، والإلكترونيات ، وطيرانات الجوامد ، وطرق التعدين الحديثة ، وحقائق الطيران ، والبلاستيك ، والراديو ، والرادار ، وآلاف العجائب التى نأخذها بكل بساطة قضية مسلماً بها ؟

فكيف إذن نستطيع أن نحكم على ما يخبئه لنا المستقبل فى خلال قرن أو قرنين؟ وماهى التكنولوجيات الجديدة التى ستكون قد ظهرت؟ وما هى عناصر

القوى الجديدة التي ستوجد بمثابة آلات نستخدمها بنفس الطريقة التي نستخدم بها آلة الاحتراق ؟ وما هي مصادر القوى التي ستبتكر والتي ستجعل حتى من المفاعل النووى المتطور مكافئاً — في نظر علماء المستقبل — لنار الحطب التي أشعلها المتوحشون الذين كانوا قد نالوا قسطاً طفيفاً من التقدم ؟

على أن هناك ما يقرب من خمسين نجماً تقع جميعها في حدود ست عشرة سنة ضوئية من كوكب الأرض . والتفكير في السفر من وإلى هذه النجوم يفوق كل حدود التفكير السليم المعقول ، إذ أن الرحلة قد لا تصل إلى مرحلة الإنجاز في خلال عمر الإنسان. وقد اعتدنا الراحة والسرعة اللتين خبرناهما في السفريات الحديثة إلى حد تبدو معه الرحلة التي تستغرق شهوراً وسنين رجوعاً منا إلى الوراء ، إلى عصر العربة المغطاة والسفن الشراعية . هذا هو موضوعنا بالضبط — فنحن ، بدلالة المستقبل ، نستخدم في الوقت الحاضر عربات مغطاة وسفناً شراعية .

وقد قضى ماركو بولو ما لا يقل عن أربع وعشرين سنة في رحلته من البندقية إلى الصين ذهاباً وإياباً . كما أن الهولنديين الذين بدأوا يستوطنون في جزر الهند الشرقية ذهبوا إلى هناك بالرغم من إدراكهم أن رحلة من هـــذا القبيل بالمراكب الشراعية تستغرق ما لا يقل عن عدة سنوات ، وأن القوارب وركابها يتعرضون ولا شك إلى أخطار لا بد أن تتعرض لهـا السفن على وجه العموم .

ولم تعد المسافات مذهلة إلى هذا الحد . فمن الجائز أن يكون التفكير في المسافات من وجهة نظر إنسان في زورق بدائي لا يحمل سوى مجداف واحد ، من الجائز أن يكون تفكيره هذا محطماً لآماله .

وتاريخ الإنسان في السفر مليء بالعقبات والحواجز ، سواء منها المرئية

والخفية . فما لا شك فيه أن كولومبس قد واجه عقبة من مؤن الطعام والماء . فقد حارب معركة مع الزمن فى كل رحلة من رحلاته ، سواء صمدت أو لم تصمد مقاومة ملاحيه قبل أن يصلوا نقطة تتاح فيها إعادة التموين . وبذا فقد كانت عقبته — الزمان والمكان على حد سواء — وقتاً طويلاً اقتضاه قطع المسافات الطويلة فى حدود المؤن التى كان يستطيع حملها .

وقد كان مقدار المشكلة التى واجهها كولومبس ومن معه من البحارة المستكشفين أعظم بكثير مما نواجهه اليوم . فإننا على الأقل لا نشق طريقاً غير محدود فى مناطق لا ندرى عنها شيئاً . ففى حوزتنا ما يزيد على الحد الأدنى للمعرفة التى تساعدنا على التخطيط . ولدينا الوسائل التى نرى بها الأبعاد الشاسعة . ولدينا الآلات والسابرات الآلية التى تساعدنا على القياس والمسح . ولدينا ، لو بدأنا اليوم ، معدات لرحلة المريخ أفضل ألف مرة من المعدات التى كانت لدى بحارة القرنين الخامس عشر والسادس عشر .

وقد واجهنا فى وقتنا المعاصر فى مجال الطيران حاجز تلو حاجز وحطمناها جميعها بمجرد أن ظهرت فى طريقنا . فقد واجهنا فى وقت من الأوقات الحاجز الرياضى الذى كان يقضى بعدم إمكان آلة أثقل من الهواء البقاء فى الجو . وتنشأ الحواجز أحياناً بسبب ضيق ممر الإنسان فى التقدم ، حتى إذا ما استطاع أن يجد وسيلة السفر اختفت الحواجز (فإذا استخدمنا نفس المنطق الرياضى كان فى وسع عالم الديناميكا الهوائية أن يثبت أن جناحى النحلة الزفافة لن يسمحا للحشرة بالطيران بسبب عدم كفاية مساحتها السطحية . ومع ذلك فلم يذكر أى واحد هذا الكلام للنحلة التى ما زالت تمرح بطريقة طيرانها) .

كما واجهنا حاجز الصوت . فقد كان العلماء منذ أقل من عشرين سنة يعتقدون أنه من المستحيل أن تطير أية طائرة بسرعة تزيد على سرعة الصوت . فالتضاغط والرفرفة والزحف والأمواج الصدمية ، وغير ذلك من الآثار ، أيدت

هذا الاعتقاد ، مهددة بتحطيم الطائرة وقتل الطيارين الشجعان للمهرة . إلا أنه كان هناك طريق خلال هذا الحاجز ، ووجده الرجال ، ولم يعد الحاجز موجوداً فى وقتنا الحاضر . فقد كان الحاجز ، بمقياس عشرين سنة خلت ، حاجزاً حقيقياً. أما اليوم فليس هذا الحاجز إلا درساً نذكره - إن الحواجز تصنع لتحطم .

وكنا نعتقد ، بعد أن دخلنا عالم السرعة التى تفوق سرعة الصوت ، أننا لن نستطيع التغلب على الحاجز التالى — حاجز الحرارة . ومع ذلك فقد تغلبنا عليه أيضاً عن طريق استخدام مواد جديدة ، وعبرناه ، وأصبح الطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت خلال الهواء ، والطيران المدارى فوق الهواء ، من حقائق الحياة العادية .

وها نحن الآن نعتقد فى وجود حاجز زمنى فى مجال السفر إلى النجوم . والحاجز حقيقى بما فيه الكفاية ، ولكن مادته أقل من أن يكون حقيقة ، فهو حائط مؤقت يفصل بين وطن الإنسان والأضواء السماوية التى تومىء إليه بذلك .

ولم تكن فكرة السفر بسرعة الضوء لتلقى سوى أصوات الاستنكار والاستهزاء من أشهر رجال العلم لو أن هذا الأمر قد أعلن قبل بضع عشرات من السنين . أما اليوم فقد حصروا وجهات نظرهم فى هذا الأمر فى الجدل بأن ذلك الطيران دون طاقة الوسائل التى تنتجها لنا تكنولوجيتنا الراهنة ، ولم يعودوا يفرضون علينا حواجز منيعة لرجال المستقبل لأنهم أدركوا أن هـــذه الحوائط ستتساقط تباعاً .

ويتحدث العلماء فى الوقت الحاضر عن حاجز تحطيمى يمنع الإنسان من السير خلال الفضاء بسرعة الضوء . ويتضمن هذا الحاجز المزعوم ضد الطيران فيما بين النجوم ما يقوم به قذى الغبار الفضائى فيما بين النجوم من عمل إفنائى

ضد أية سفينة تشق طريقها بين النجوم . ويعتقد العلماء أن السفينة الفضائية التى تسير بسرعة تقرب من سرعة الضوء — ٩٩ر٥ فى المائة من سرعة الضوء — قد تمزق أرباً نتيجة للصادمات مع جسيمات الغبار الدقيقة التى تسبح بين النجوم . فإن سفينة الفضاء ، التى تتحرك بسرعة ١٨٥ر٠٠٠ ميل فى الثانية فأ كثر ، ستمتص (مفروض) كميات هائلة من الطاقة بسبب تلك الصادمات. فإذا استمرت السفينة الفضائية فى مصادمتها مع ذرات الغبار ، فستمتص كميات ضخمة من الإشعاع الإبطائى الذى تبعث به الإلكترونات الموجودة فى الغبار. فإذا كان لتحول جزء كبير من كتلة الإلكترونات إلى طاقة بحتة أثر على السفينة ، كان معنى ذلك تحطيم السفينة ذاتها فى مدى ثلاث سنوات من هذه الصادمات المستمرة .

ربما . على أنه من المهم أن نسمع العلماء وهم يتحدثون عن مجالات للقوى تمتص هذه الطاقة التى تنتج من الصادمات . . .

وقد يأتى يوم يصبح فيه «الحاجز الزمنى» الذى تفرضه المسافات الكونية المذهلة مجرد سبب لضحكة لطيفة من جانب علماء المستقبل . وها نحن اليوم نفكر فى حل مشكلة كبر الإنسان سناً ، بينما قد تستغرق رحلته عقوداً أو قروناً ، على أساس مانعرفه من طرق حل هذه المشاكل . ومن هذه الطرق طريقة ظلت تتردد زمناً طويلاً ، وتتلخص فى إبطاء النشاط الأيضى للكائن الحى إلى حد أن الإنسان يكبر سنه عن طريق التجميد طويل المدى بما لا يزيد على عدة دقائق فى مدة سنوات عديدة . وقد قام الدكتور لويس بعرض النظرية التالية أمام ندوة الطيران الفضائى التى عقدت فى سان أنتونيو بولاية تكساس فى عام ١٩٦٠ :

« هى فى الواقع فكرة جميلة أن يختار رائد الفضاء الإسبات فترات طويلة إذا لم يكن هناك من الأعمال مايقوم به . فإذا نجحنا فى زيادة سرعة الطيران،

وخفض معدل الأيض ، لم يعد هناك مبرر لصرف النظر بسهولة عن التفكير في طيرانات تستغرق عدة مئات أو حتى آلاف من السنين باعتباره تفكيراً خيالياً . ولن يكون في الرحلات الطويلة التي تستغرق عدة شهور أو سنين كثير مما نهتم برؤيته . على أن أفضل طريقة عملية لمعالجة هذه المشكلة هي أن ينام رائد الفضاء ٢٣ ساعة كل ٢٤ ساعة .

هذه الأمور هي بالطبع بمثابة القمح المعد للطحن في طواحين المناقشة في وقتنا الحاضر ، وتصبح في الغد مشاكل تحلها تكنولوجيا المستقبل .

إلا أن هناك أمراً واحداً يتعلق بالحاضر والمستقبل على حد سواء . وهو أمر لا يخص ما سيقوم به الإنسان من أعمال على العوالم التي عرفناها فعلاً ، أو على العوالم التي ستكشفها فيما بعد ، ولكنه أمر يخص الإنسان نفسه . فهناك اقتراحات وتوصيات تحت الدراسة في الوقت الحاضر تقضي بأن أنسب الوسائل لتمكن الإنسان من غزو كثير من العوالم العدائية ، والقوى الغريبة التي سيتعرض لها ، هي تغيير الإنسان ذاته في بعض الحالات .

على أن المخلوق الجديد لن يكون الإنسان الذي ندركه في يومنا هذا، ولن يكون إنساناً آلياً . فها هو خليقة العلم والطب الذي يفتن عقول بعض العلماء ، والذي أطلق عليه اسم «السايبورج»[1] الذي يتضمن تعديل بناء جسم الإنسان بزرع أجهزة صناعية تبقي على حياة الإنسان في الظروف العدائية أو القاتلة .

وقد جاء في تقرير الكونجرس عن « علوم الحياة والفضاء » أن في وسع الأبحاث التي تجرى على الأعضاء الميكانيكية ، التي تستبدل في الفضاء بالأعضاء البشرية ، أن تعود بالنفع على سكان الأرض . ومن الحلول البارعة

---

(١) Cyborg وهو لفظ ناتج من إدماج اللفظين Gybernetic Organism أي أعضاء صناعية مزروعة :

للمستقبل أن يستعاض عن الجهازين الهضمى والتنفسى لرجال الكشف الفضائيين بجهازين ميكانيكيين لتمكينهم من التغلب على أخطار الفضاء والعوالم الأخرى . فإذا أمكن تحويل الرجال إلى سايبورجات « للرحلات الفضائية ، أصبح فى الإمكان استخدام الأجهزة الميكانيكية فى حالة الخلل التام الذى يصيب أعضاء الإنسان الحيوية على الأرض وقاية له من الموت .. » .

على أن فكرة السايبورج ليست جديدة علينا . فإن الخطوات الواسعة التى تقدمنا بها فى السنوات الحديثة فى مجالى التكنولوجيا والطب رفعت الفكرة من مرتبة الإمكان إلى مرتبة الاحتمال الكبير . ويعتقد بعض العلماء أنها عملية لا مفر منها فى الحالات التى تقتضى الاستعاضة عن الأعضاء التى يصيبها الخلل التام . ومن الجائز أن تدمج هذه الأعضاء الميكانيكية مع الأعضاء البشرية بإحدى طريقتين . أبسطهما وصل العضو المستبدل ، وما يلزمه من مصدر للقوة ، للجسم على هيئة حزمة إضافية . أما الطريقة الدائمة والأكثر تعقيداً فتتضمن إجراء عملية جراحية لزرع هذه الأعضاء فى جسم يتكون من جزء بشرى وجزء آخر آلىّ .

ويوصى عدد كبير من علماء الطب باتباع هذه العملية التى ستسمح لرواد الفضاء بالاستغناء عن بدل الضغط قبيحة المنظر ، وأجهزة الإبقاء على الحياة التى تحد من حرية رجل الفضاء . وستؤدى وسائل امتصاص وتكرار دورة فضلات الجسم إلى خفض كبير فى جملة المنقولات لأى رحلة فضائية طويلة . ويعنى زرع الغدد الصناعية أن جسم السايبورج سيكون فى حوزته وسائل حسية فى غاية الحدة تقوم بإفراز بعض الكيماويات المختزنة لمواجهة الاحتياجات الخاصة أو الأخطار البيئية .

إلا أن هذا التحويل فى الكائنات البشرية سوف يقتضى إجراء بعض التغييرات شديدة الأثر . فسيتطلب الأمر إحكام قفل فم السايبورج باستمرار

إذ لم تعد هناك حاجة إليه فى تناول الأطعمة والسوائل ، ولم يعد الكلام من واجبات الشفاه واللسان . فاتصالات السايبورج سوف تتم بوساطة جهاز لاسلكى يزرع بعملية جراحية ، ويقوم بالتقاط الرسائل بطريقة كهربائية من الأعصاب الصوتية ، ثم يعيد إرسالها إلى غيره من السايبورجات بوساطة أجهزة استقبال مزروعة فى أجسامهم .

ولكل آلة — وما الإنسان إلا آلة حرارية — متطلباتها من الوقود والطاقة . أما السايبورج فسيتناول مقوماته بطريقة تحرمه إلى الأبد من لذة تناول الطعام والإحساس به على النحو الذى يدركه الناس العاديون ، إذ أنه سيتناول المواد المركزة فى جهازه الهضمى مباشرة ، وفى الأوعية الدموية بطريقة شبه مباشرة .

ولن تكون هناك حاجة فى الفضاء إلى القمرة المكيفة الضغط والهواء بكل ماتتطلبه من بيئة الإبقاء على الحياة طويل المدى . وسوف يكون السايبورج محفوظاً داخل بدلة محكمة القفل ومشدودة على الجلد . على أنه سيكون فى وسع السايبورج ، بضغط جزئى على الرئتين وتبريد الدم ، أن يقاوم النقص فى الضغط الذى قد يؤدى إلى تدمير تفجرى للكائن البشرى العادى عن طريق تفجير الغازات التى يحويها جسمه تفجيراً قوياً خلال فتحاته ، وغليان السوائل التى يحويها جسمه . ولما كانت هذه التغيرات الشديدة التى تحدث فى السايبورج تعنى انخفاضاً فى درجة حرارة الجسم ، فإنه من الضرورى أن تقدم للمخ البشرى الآلى مساعدة ما عن طريق التدفئة الصناعية أو استخدام المنشطات .

على أن هذه الاقتراحات المذهلة تخفى فى باطنها خيطاً من اليأس . فإن غزو الإنسان للعوالم الجديدة سيحمل فى طياته ، إذا اتبعنا سياسة إجراء هذا التغيير الشديد على الرجل ذاته ، إحساساً أقرب إلى الهزيمة منه إلى النصر .

فأى غرض نهدف إليه من معرفة عوالم بهذه الكثرة ، وعبور آفاق جديدة ، إذا كانت النتيجة فى النهاية هى حرمان الكائن الحى من انتسابه إلى باقى البشرية ؟

كما أن هناك ذلك السؤال المحير عما إذا كان التعديل غير القابل للعكس سيؤدى إلى إنتاج مخلوق سايبورجى تختلف أهدافه اختلافاً بيناً عن أهداف الرجال العاديين . فالكائن البشرى إنتاج عجيب يتألف من بلايين وبلايين وبلايين من القطع والقوى والآثار المتشابكة . وقد يتحول الإنسان فى شريط الآلة الحاسبة إلى وحدة طبيعية — كيمائية يحكمها ويشرف عليها جهاز كهربائى تلقائى يحول الطاقة الكيمائية إلى طاقة عصبية تمكنه من الأداء . إلا أن هذه الوحدة الطبيعية الكيمائية ، الممثلة فى لسان الآلة الحاسبة المقعقع ، لن تستطيع بأى حال من الأحوال أن تكتب ، أوتسمع الموسيقى ، أو تناجى غروب الشمس ، أوتستعجب لولادة طفل ، أوتقضى وقتها فى أحلام النهار . فلا وجود للخوف ولا للطاقة المرتعشة للأجهزة الغددية فى عالم الحياة الإلكترونية ، ولن تستطيع أية صورة ترسمها أية آلة حاسبة أن توضح الخواص التى يتألف منها الكائن البشرى ، والتى لا يمكن وصفها .

وسيكون من الإنجازات التى تفوق كل العقول أن ينتج العلم آلة ترضى بدافع من نفسها أن تموت من أجل الإنسان — كما فعل الرجال ، وكما سيفعل الرجال باستمرار ، إذا قرروا أن الأمر يتطلب منهم عملاً فذّاً ونهائياً من هذا القبيل .

على أن الجهاز البشرى جهاز بلغ حداً فائقاً من الارتقاء والتنسيق . فهو يقوم بوظائفه بكفاءة قصوى فى وسطه المعتاد . وقد يؤدى التدخل والتسلط لسكبت بعض انفعالاته وانعكاساته الغريزية إلى تغيير شديد إلى حد يحرم الجهاز إلى الأبد من القيام بوظيفته لأغراض وأهداف الكائن البشرى ،

ولا يبدو هذا الإجراء الا أنه أسهل طريق للخروج من المشاكل المتابعة. فكرة تعديل المخلوق البشري ، طريق سهل بما فيه الكفاية من حيث الفكرة ، ولكنه خطأ محال من حيث أهدافه واحتمال فشله النهائى .

وفى وسعنا أن نجرى تعديلاً فى الآلة - أية آلة - لتلائم أية بيئة يمكن تصورها على سبيل الدراسة والكشف . وفى وسعنا أن نعدل ونخلق ، وأن نبنى ونهدم ، ونعيد بناء الأجهزة والمواد وتكاملها ، حتى لا تستطيع أية بيئة نعرفها أو نتصورها أن تقاوم أى هدف استكشافى أحق .

فلا يمكن أن يفصل الإنسان تبعا لبيئة ما - ويبقى مع ذلك إنساناً .

أما العلاج المزعوم عن طريق الأعضاء الصناعية ، بالرغم من أهميته فى مجال الاستبدال الطبي بالأعضاء التالفة أو العليلة ، فلا يمكن أن يكون حلاً للمشاكل التى يتوق الإنسان لمواجهتها ، والتى سيحاول أن يجد لها حلاً ، بقوة إرادته واستجابته لرغبته فى الاطلاع ، وهى من الصفات التى تميزه عن باقى صور الحياة التى نعرفها . أما السعى وراء حل يتمثل فى خلق السايبورج فليس سوى تعبير عن الهزيمة من حيث أنه إنكار للكمال الحقيقى الفائق الذى يتميز به الجهاز البشرى فى صورته الراهنة .

ولا يمكن بأى حال قبول السايبورج علاجاً لطموح الإنسان فى مقاومة البيئة الفضائية ، وكل ما تحويه ، أكثر من احتمال قبول وضع القرارات التى تؤثر على وجودنا فى عالم من البشر ، قبول وضعها كلية فى أيدى المنطق الآلى .

وما الآلات الحاسبة إلاّ امتداد لقدرات الإنسان والوسائل التى يستطيع بها أن يتحكم فى عدد من العوالم . أما تحويل الجهاز البشرى إلى شىء أكثر من الآلة وأقل من الإنسان ، فيحوى فى باطنه بذور الفشل النهائى .

على أن هناك مثلاً يقول إنه لابد لأية دولة ، أو أى مجتمع ، أو أى جنس يرغب فى التفوق على غيره فى الحياة ، أن يتفوق على منافسيه فى الأداء .

فإذا رغب الناس أن يتفوقوا فى حياتهم على الماضى ، وينجحوا فى التجاوب مع المستقبل ، فلابد لهم من أن يتفوقوا على أجدادهم فى الأداء ، بل قد يتفوقون على أنفسهم .

ولن تستطيع أية آلة ، أو آلة جزئية أقل مرتبة من الجهاز البشرى ، أن تفعل لنا هذا بأى حال من الأحوال .

وهذا هو أعظم التحديات كلها ، ونحن أنفسنا المسئولية النهائية ، الآن وإلى الأبد .

ملحق رقم ١

تقييم المتقدمين للطيران الفضائي من حيث حالتهم النفسية

مذكرة كتبها جورج رف ، الكابتن بالسلاح الجوى الأمريكي (عضو الكونجرس) ، وادوين ليفي الكابتن بالسلاح الجوى الأمريكي (عضو الكونجرس) ، بقسم الإجهاد والإعياء ، فرع الطبيعة الحيوية بمعمل طب الطيران بمركز رايت للتطور الطيراني ، بقاعدة رايت باترسون للسلاح الجوى بأوهايو ، وقدماها للاجتماع السنوى الخامس عشر بعد المائة للجمعية الأمريكية للأمراض النفسية بفلادلفيا ، بولاية بنسلفانيا ، الذى عقد فى ٢٩ أبريل ١٩٥٩ ونشرت لهما فى أميريكان جورنال أوف سايكياترى(١)، المجلد رقم ١١٦ ، العدد ٥ الصادر فى نوفمبر ١٩٥٩.

تقتضى الإجهادات العنيفة التى نتوقعها فى الفضاء تصفية دقيقة لطيارى المستقبل بالوسائل السيكولوجية والفسيولوجية . ولما كان من الجائز أن تشتد المطالب العاطفية فلابد من التأكيد على ضرورة تقييم المتقدمين للرحلات الفضائية من حيث الأمراض النفسية .

وتبدأ عملية الاختبار بتحليل مفصل لواجبات الطيار والظروف التى سيقوم فيها بتنفيذها . ومادمنا لم نكتسب خبرة مباشرة بالطيران الفضائى ، فإن هذا التحليل سيكون بحكم الضرورة ، فى بعض نواحيه ، نتيجة للتفكير والتخيل . فلابد لنا لهذا السبب من أن نعول إلى حد كبير على معرفة السلوك خلال مواقف الإجهاد التى نشأت فيما مضى. ونتيجة لهذا اضطررنا للاسترشاد ببيانات العمليات الحربية ، وتجارب الإبقاء على الحياة ، والتجارب العملية ، فى اختيار الرجال للرحلات الفضائية التى نخطط لها فى الوقت الحاضر .

---

(١) American Journal of Psychiatry يعنى المجلة الأمريكية للأمراض النفسية.

وقد وجد أن النضوج والاستقرار العاطفى يتوفران فى الأفراد الذين أدوا أعمالهم على أحسن وجه فى ظروف صعبة فيما مضى ، باستثناء بعض الحالات النجيبة . فقد كان فى وسعهم أن يوفقوا بين الاحتياجات الداخلية والحقيقية الخارجية بطريقة فعالة . فلم يصل بهم القلق إلى الحد الكافى لوقف نشاطهم عندما تعرضوا للإجهادات .

ومن الضرورى بعد أن تقررت مقتضيات الرحلة ، ومؤهلات الفرد التى يصلح لتنفيذها على أحسن وجه ، أن نختار المعايير التى تصلح لتعيين الفرد الذى يمتاز بأكبر قدر من الصفات المطلوبة وأقل قدر من الصفات غير المطلوبة وفى وسعنا أن نجرى هذا عن طريق المقابلات والمحادثات والاختبارات العرضية لتشكيل صورة مفصلة عن كل فرد . كما أن الاختبارات الشخصية تساعد فى دقة تقييم الشخصية وتصلح وسيلة لقياس الأعمال والكفايات والإنجازات العقلية. وبعد أن يتم إجراء الامتحانات فى المعلومات الأساسية ، ونتائج المقابلات والمحادثات والاختبارات الشخصية ، يبدأ الكشف لاختيار الرجال الذين حصلوا على أعلى المؤهلات لتكليفهم بالمهمة .

ولابد من إعادة النظر فى هذه الإجراءات كلما زادت المعلومات الجديدة فى مجال الطيران الفضائى ، حتى إذا تجمعت لدينا كميات كافية من البيانات ، أمكننا أن نتحقق من الاختيار الأول بمعايير الأداء ، على أن نحتفظ بالطرق التى أدت إلى دقة الاختيار ونحاول تحسينها ، ثم ننبذ الطرق التى اتضحت عديمة الجدوى . على أنه يمكن إضافة معايير جديدة على أساس الخبرة المتزايدة . فإذا اتضح أن هناك ترابطاً بين المتغيرات السيكولوجية ومستوى الأداء ، ارتفعت الدقة فى برامج المستقبل لاختيار الطيارين .

وقد استخدمت طريقة قديمة من هذا النوع فى اختيار الطيارين لتجربة أول قمر صناعى أمريكى محمل بالبشر — مشروع ميركورى الذى تشرف عليه

التأزا . وكان المقصود اختيار الرجال لبرنامج تدريبي يستغرق سنتين ، تتبعه سلسلة من الطيرانات الدفعية والمدارية . وستتألف واجبات الطيار في أغلبها من قراءة الآلات وتسجيل الأرصاد ، ومع ذلك سيعطى الحق في إصدار القرارات كما سيطلب منه أن يكيف نفسه للظروف المتغيرة كما تقتضى الظروف .

وقد وضعت الشروط العامة الآتية بعد ضم البيانات الخاصة بطبيعة هذه الرحلة إلى المعلومات الخاصة بالسلوك أثناء العمليات المجهدة :

(١) أن يكون المرشحون على مستوى عال من الذكاء العام ، وقادرين على توضيح عمل الأجهزة ، وتفهم العلاقات الرياضية ، والاحتفاظ بالقدرة على التوجيه الفضائي .

(٢) أن يكون لديهم دليل كاف على الحافزية والخلاقية لضمان المساهمة الإيجابية في تطوير سفن الفضاء وغير ذلك من نواحي البرنامج .

(٣) يحسن أن يكونوا متحررين نسبياً من المنازعة والقلق مع وجوب تحاشي المبالغة في الدفاع .

(٤) ألا يكون المرشحون ممن يعتمدون كثيراً على غيرهم لتحقيق رغباتهم كما أنه لابد في نفس الوقت أن يقبلوا الاعتماد على غيرهم إذا اقتضى ذلك نجاح المهمة . ولابد لهم من أن يتحملوا الصحبات القريبة أو العزلة الشديدة .

(٥) أن يكون الطيار قادراً على العمل إذا ابتعد عن الأوساط المألوفة واستحالت صور السلوك العادى .

(٦) أن يقيم المرشحون دليلاً على قدرتهم على التجاوب مقدماً مع المواقف التي يمكن التنبؤ بقيامها دون أن يفقدوا القدرة على التكييف المرن للظروف التي لا يمكن التنبؤ بها .

(٧) أن يكون الدافع في الأصل نتيجة للاهتمام والولع بالرحلة لا أن يكون

ناجماً عن رغبة قوية فى إنجاز شخصى . كما يحسن تجنب الرغبات التخريبية الذاتية ومحاولات التعويض عن المشاكل الشخصية أو الشعور بالنقص .

(٨) ألا يبدو عليهم أى دليل للاستفزازية . فلابد للطيار من أن يعمل عندما يجب العمل ، مع تجنب أى عمل عندما يجب السكون . ولابد له من أن يتحمل مواقف الإجهاد تحملاً إيجابياً دون أن يتطلب ذلك منه نشاطاً حركياً لإزالة القلق .

على أن فرص العثور على رجال تتوفر فيهم هذه الشروط قد ازدادت بفضل عملية الاختيار المقدم . وقد قصرت الأهلية للرحلات على طيارى الاختبار الذين أظهروا أكثر من مرة قدرتهم على أداء الأعمال الضرورية لبرنامج ميركورى . وقد أعيد النظر فى سجلات هؤلاء الرجال لاختيار أصلحهم لمواجهة المتطلبات الخاصة بالرحلة . ودعيت إلى التطوع مجموعة من ٦٩ رجلاً ، تقدم منهم ٥٥ أجريت لهم عملية المقابلات والاختبارات السيكولوجية . وتم انتخاب ٣٢ منهم على أساس هذه البيانات لتقديمهم للمرحلة النهائية من برنامج الاختبار . وقد صممت هذه المرحلة لتقييم الحالة الطبية والسيكولوجية لكل من المرشحين ، وتعيين قدرته على تحمل ظروف الإجهاد المتوقع فى الطيران الفضائى

وقد استغرق التقييم السيكولوجى ٣٠ ساعة من المقابلات الخاصة بالأمراض والاختبارات السيكولوجية ومراقبة تجارب الإجهاد . وقد استغلت البيانات التى حصلنا عليها فى ترتيب المرشحين على مقياس يتألف من عشر نقط لكل نوع من الاختبارات البالغ عددها ١٧ . وقد جرى الترتيب على أساس المعالم الخاصة بالسلوك ، سواء من حيث التاريخ الماضى ، أو المشاهدات التى أخذت أثناء المقابلات . ولم تكن المقاييس معيارية إلا بالمعنى التحكى بالرغم من اتخاذ عموم السكان فريقاً يستند إليه . فقد كانت المستويات العشرة

تمثل قرارات شخصية عن أى الصفات هى المثالية ، وأيها هى المتوسطة ، وأيها غير المرغوب فيها . إلا أن الدراسات التقييمية لم تتم بالرغم من علو الوثوقية بين المقيمين .

أما أنواع الاختبارات السبعة عشر فهى :

١ — الحافز : تقدير للمقدار الإجمالى للطاقة الغريزية .

٢ — التحرر من المنازعة والقلق : تقييم طبى لعدد وشدة مجالات المشاكل غير المحلولة ، ومدى تدخلها فى أداء المرشح .

٣ — فعالية الدفاع : كفاءة الدفاع عن الذات ، وهل يتصف الدفاع بالمرونة والقابلية للتكييف أوبالصلابة وعدم اللياقة ؟ وهل تؤدى الرحلة إلى حرمان المرشح من العناصر اللازمة لسلامة وسيلته الدفاعية ؟

٤ — الطاقة الحرة : ما مقدار الطاقة المحايدة ؟ وهل يكلفه الدفاع كثيراً بحيث لا يبقى أى شىء للنشاط الخلاق ؟ وما اتساع دائرة التحرر الذاتى من المنازعة ؟

٥ — الهوية : مامدى نجاح المرشح فى تكوين فكرة عن نفسه وعن علاقته بباقى العالم ؟

٦ — العلاقات الشخصية : هل لديه القدرة على إقامة علاقات شخصية أصيلة ؟ وهل فى وسعه أن ينسحب من العلاقات عندالضرورة ؟ والى أى مدى يرتبط فى علاقاته مع الآخرين ؟

(٧) اختبار الحقيقة : هل لدى المرشح نظرة سليمة لبيئته ؟ هل اتسعت خبرته فى الحياة بحيث يستطيع تقييم العالم تقييماً خيالياً ؟ وهل تمثل نظرته إلى الرحله الخيال أو الحقيقة ؟ .

(٨) الاعتماد : إلى أى مدى يعتمد المرشح على غيره ؟ وما مدى قبوله

للاعتماد عندما تتطلب منه المهمة ذلك ؟ وهل يحتمل أن يؤثر قلق العزلة على إشرافه على الرحلة ؟

(٩) قدرة التكيف : ما مدى تكيفه للظروف المتغيرة ؟ وما مدى الظروف التي يعمل في ظلها ؟ وما هي التعديلات التي يستطيع إجراءها ؟ هل في وسعه أن يتصرف بمرونة ؟

(١٠) التحرر من الاستفزازية : ما مدى قدرة المرشح على تأجيل إرضاء رغباته؟ هل كان سلوكه في الماضي ثابتاً خالياً من التعارض بحيث يمكن التنبؤ عنه؟

(١١) الحاجة إلى النشاط : ما هي النهاية الصغرى لما يحتاجه من النشاط الحركي ؟ وهل يستطيع أن يتحمل السلبية الإجبارية ؟

(١٢) التجسيم : هل نتوقع من المرشح أن يظهر أعراضاً بدنية وهو واقع تحت تأثير الإجهاد وما مدى ما يدركه عن جسمه ؟

(١٣) مقدار الدافع : ما مدى قوة رغبته في الاشتراك في المهمة ؟ هل لديه أي خلافات بين الدوافع المختلفة، سواء كانت شعورية أو لا شعورية ؟ وهل يبقى الدافع لديه على مستوى عال؟

(١٤) نوع الدافع : هل المرشح مدفوع برغبة في إرضاء شهوة ذاتية ؟ هل يبدو عليه دليل على الرغبات التدميرية ؟ هل يحاول اختبار أحلام الشباب عن الحصانية ؟

(١٥) تحمل الفشل : ما هي نتيجة فشل المرشح في الوصول إلى هدفه المرسوم ؟ وماذا ينتظر أن يكون عليه من سلوك لمواجهة المضايقات والتأجيلات واليأس ؟

(١٦) العلاقات الاجتماعية : ما مدى تعاون المرشح في العمل مع مجموعة ؟ هل تبدو عليه مشاكل حب السلطة ؟ هل يستطيع أن يساهم في إنجاح المهمة التي ينتخب ليكون قائدها ؟ وما مدى حب المرشحين الآخرين له ؟

(١٧) التقييم الإجمالى : تقدير ملاءمة المرشح للمهمة وذلك على أساس المقابلات ونتائج الاختبارات وغير ذلك من المعلومات التى تفى بالغرض .

وفى وسعنا أن نرى أن البنود ١ و ٢ و ٤ و ١٠ شروط يغلب عليها صفة الاقتصاد ، فى حين أن البنود ٣ و ٥ و ٦ و ٧ هى شروط تعنى بالقوى الذاتية . أما باقى الشروط فهى صفات معينة ذات أهمية للطيران الفضائى . وتمثل تلك الشروط مستويات مختلفة من الاستخلاص ، كما أنها ليست معايير مستقلة . هى فى التحليل النهائى أقرب إلى أن تـكون وسيلة لتنظيم مدلولاتها من أن تـكون وسيلة لوصف البيانات وصفاً كمياً . فهى لا تمدنا بطريقة للمفاضلة بين مرشح وآخر فحسب ، ولكنها تميل فوق ذلك إلى تركيز الاهتمام على المؤهلات التى تتصل أوثق الاتصال بنجاح المهمة .

وقد أجرى اثنان من أطباء الأمراض النفسية تقييماً مبدئياً لـكل من الرجال من خلال مقابلات ومحادثات مستقلة أثناء فترة عملية التصفية التمهيدية . وقد خصصت إحدى المقابلات أساساً لفحص تاريخ المرشح وما طرأ عليه من تغيير فى حياته الراهنة . أما المقابلة الأخرى فلم يـكن لها نظام خاص . وفى النهاية قورنت التقديرات ، وجمعت المعلومات ، ثم أجرى تقدير إجمالى تبعاً للمقابلتين وقد سجلت الحالات التى اختلفت فيها التقديرات لدراسة تالية .

وقد دعى الرجال الذين قبلوا لعملية التصفية النهائية لمقابلة أخرى بعد عدة أسابيع تم خلالها تقييم دقيق لحالتهم البدنية . وقد أجريت على كل منهم أثناء المقابلة الاختبارات الآتية :

معايير الدوافع والشخصية :

(١) الروزشاخ .

(٢) الإحساس الباطنى بالحرارة .

(٣) رسم شخص ما .

(٤) اختبار تكملة الجمل .

(٥) تسجيل منيسوتا للشخصية المتعددة الوجوه .

(٦) من أنا ؟ يطلب من الشخص أن يكتب عشرين إجابة عن السؤال « من أنا ؟ » . والمقصود من هذا إعطاء بيانات عن هوية الشخص وإحساسه بالأدوار الاجتماعية .

(٧) صورة جوردون للشخصية : اختبار للشخصية يهدف إلى تحديد مدى الاستعلاء والمسئولية والاستقرار العاطفي والمخالطة .

(٨) جدول إدواردز للتفضيل الشخصي : عدة أسئلة للاختبار الإجباري لقياس قوى رغبات موراى .

(٩) تسجيل شبلى الشخصي : يختار المرشح من بين عشرين زوجاً من العبارات الوصفية الذاتية الخاصة بالمشاكل البدنية النفسية .

(١٠) التفضيلات الداخلية ـ الخارجية : قياس اهتمام الشخص بالمجموعات الاجتماعية واعتماده عليها .

(١١) مقياس بنساكولا : اختبار لقوة مواقف الشخص التحكمية .

(١٢) تسجيل الفعالية الضباطية : قياس مدى الصفات الشخصية التي تتوفر في الضباط الناجحين بالسلاح الجوى .

(١٣) تقدير الزملاء : يطلب من كل مرشح أن يحدد أحب الأشخاص إليه في المجموعة التي صحبته خلال البرنامج ، ومن منهم يفضل هو أن يصطحبه معه في رحلة يشترك فيها إثنان ، ومن منهم يود هو تكليفه بالرحلة إذا لم يستطع هو أن يقوم بها بنفسه .

مقاييس الأداء العقلى والاستعدادات الخاصة :

(١) مقياس ويكسلر لذكاء البالغين .

(٢) اختبار ميلر للقياسات .

(٣) قوالب رافن التدرجية : اختبار تكوين فكرة صامتة .

(٤) اختبار ذوبلت للتعليل الرياضى : اختبار للاستعداد الرياضى .

(٥) قياس للإنجاز والاستعداد الهندسيين .

(٦) الإدراك الميكانيكى : قياس الاستعداد الميكانيكى والقدرة على استخدام القواعد الميكانيكية .

(٧) اختبار مؤهلات ضابط السلاح الجوى : الأجزاء المستخدمة عبارة عن قياسات للاستعدادات الكمية واللفظية .

(٨) اختبار مؤهلات الطيران : قياس للإنجازات الدراسية :

(٩) اختبار الذاكرة فى الفضاء : اختبار الذاكرة لتعيين مواضع الأجسام فى الفضاء .

(١٠) التوجيه الفضائى : قياس النظر والتوجيه الفضائيين .

(١١) أشكال جوتاشالدت المتخفية : قياس القدرة على تحديد شكل بالذات متشابك فى مجموعة من التفاصيل غير المترابطة بعضها ببعض .

(١٢) اختبار جيلفورد تسيارمان للرؤية الفضائية : اختبار للقدرة على رؤية الحركة فى الفضاء .

وقد حصلنا ، علاوة على نتائج الاختبارات والمقابلات ، على معلومات هامة عن انفعالات كل من المرشحين لسلسلة من تجارب الإجهاد التى تشبه الظروف المتوقعة أثناء الرحلة . إلا أننا لن نناقش تصميم هذه الاختبارات

أو العوامل السيكولوجية التى قمنا بقياسها . كما حصلنا على بيانات سيكولوجية من المراقبة المباشرة لسلوك المرشحين ، ومن المقابلات التى تمت بعد إجراء التجارب ، وعدد من الإجراءات تم قبل وبعد كل مجموعة من ستة اختبارات للأعمال الإحساسية والحركية النفسية . وكانت هذه الإجراءات كما يلى :

(١) اختبار بدلة الضغط : وفيه يلبس كل مرشح بدلة محكمة الشد على جسمه صممت لإحداث ضغط على الجسم أثناء الطيران على ارتفاع كبير ، ثم يدخل إلى غرفة خلخلت من الهواء إلى الضغط الجوى على ارتفاع ٦٥٫٠٠٠ قدم ، مما يؤدى إلى ضيق وانحصار بدنيين .

(٢) العزل : قمنا بحبس كل من المرشحين فى غرفة مظلمة لايسمع فيها صوت لمدة ثلاث ساعات . ولو أن هـذه الفترة القصيرة ليست مجهدة لمعظم الناس ، فقد حصلنا خلالها على بيانات عن أسلوب كل من المرشحين فى التكيف للعزل . وقد ساعد هذا الإجراء على معرفة الأشخاص الذين يعجزون عن تحمل السكون الإجبارى والحبس فى حيز صغير انعدمت فيه الحوافز الخارجية.

(٣) مقلد السلوك المعقد : وفيه طلب من المرشح أن يستجيب بطرق مختلفة إلى كل إشارة من ١٤ إشارة ظهرت بترتيب عشوائى بسرعات متزايدة. ولما كان المقصود بالاختبار أن يسبب أشد ارتباك ، فإنه يصلح لقياس القدرة على تنظيم السلوك والاحتفاظ بالاستقرار العاطفى وهو تحت تأثير الإجهاد.

(٤) العجلة : وفيه وضع المرشحون داخل جهاز الطرد المركزى فى مواضع مختلفة تحت تاثير عجلات مختلفة . ويؤدى هـذا الإجراء إلى القلق وفقد قوة التوجيه والعمى المؤقت فى حالة الأشخاص الحساسين له .

(٥) الأصوات والتذبذب : يذبذب المرشحون فى ترددات وسعات متغيرة، ويتعرضون إلى أصوات عالية الطاقة. وهى ظروف تؤدى إلى خفض الكفاءة.

(٦) الحرارة . قضى كل مرشح ساعتين فى غرفة احتفظنا فيها بدرجة حرارة قدرها ١٣٠°. وهذه أيضاً تجربة مضنية قد تؤدى إلى خفض الكفاءة.

وبعد أن انتهت جميع الاختبارات قمنا بتقييم كل رجل فى مؤتمر ضم أولئك الإخصائيين الذين جمعوا البيانات السيكولوجية . وتمت التقديرات النهائية فى كل من التجارب التى سبق شرحها ، مع أخذ بعض الاستعدادات الخاصة فى الاعتبار ، ووصلنا من ذلك فى النهاية إلى ترتيب المرشحين فيما بينهم : ثم قمنا بعد ذلك بجمع تقديرات الاختبارات النفسية ، ونتائج الفحوص البدنية ، والبيانات الفسيولوجية التى حصلنا عليها من اختبارات الإجهاد ، فهيأ لنا ذلك وسيلة لتقسيم المجموعة إلى رتب « ممتاز » و « صالح » و « غير صالح » . ووصلنا فى النهاية إلى اختيار سبعة رجال من القائمة تبعاً للاحتياجات الخاصة فى برنامج ميركورى .

انطباعاتنا عن المرشحين للطيران الفضائى:

ولو أنه ليس فى وسعنا أن نقيم نتائج الاختيار لعدة سنوات ، إلا أن الانطباعات التى استنتجت من التقييم النفسى لهؤلاء المرشحين من الأهمية بمكان. فمن الجائز أن نتوقع، فى الإجابة على السؤال : « ما نوع الأشخاص الذين يطلقون إلى المدار ؟ » ، ألفة قوية بعلم الأمراض النفسية ، إذ أن لمدى الاضطرابات العاطفية فى المتطوعين للتجارب المعملية تأثيراً قوياً على الاقتصار على المرشحين الذين تبين سجلاتهم الماضية أداء فعالاً تحت الظروف القاسية . وقد كان المرجو أن تحاشى فتح الباب للمتطوعين على مصراعيه يقلل عدد الطلاب الذين لا يتمتعون بصفة الاستقرار .

وقد أدهشنا ، بالرغم من الإجراءات التى اتخذت قبل الاختيار ، قلة حدوث هذه الاضطرابات فى المتقدمين الذين أجريت لهم عملية المواجهة ، والذين بلغ عددهم ٥٥ . أما المرشحون منهم ، الذين بلغ

عددهم ٣١ ، ومروا في عملية التصفية الأولى ، والفحوص البدنية ، فقد أثبتت عملية المقابلات الثانية والفحوص السيكولوجية صحة انطباعاتنا الأولى عنهم — فلم يقم دليل واحد لتشخيص مرض نفسي، أو مرض عصبي ، أو ارتباك في الشخصية في أي عضو من هذه المجموعة .

على أنه في الإمكان تقديم بعض التعليقات العامة فيما يختص بهذه المجموعة البالغ عددها ٣١ ، والتي دخلت كل عمليات الاختيار . فقد كانت أعمارهم تتراوح بين ٢٧ و ٣٨ سنة، وكان متوسطها ٣٣ سنة . وكان جميعهم، عدا واحداً، من المتزوجين . وكان عشرون منهم من المناطق الغربية المتوسطة ، أو الغربية القصوى ، أو الغربية الجنوبية . وكان منهم سبعة وعشرون من عائلات سليمة. وكان عشرون منهم أبناء وحيدين، أو أكبر أبناء والديهم . (وقد يجدر بنا أن نذكر بهذه المناسبة أن أربعة من السبعة الذين وقع عليهم الاختيار النهائي يحملون اسم « الصغير ») ، أما التسمية باسم أحد الوالدين فقد كانت مقسمة بما يقرب من التساوي بين الآباء والأمهات، ولو أن الأمهات اللاتي اقترنت بهن هذه الأسماء كن أمهات يتميزن بالقوة ويظهرن في أغلب الحالات بمظهر الذكور .

أما انطباعاتنا التي استنتجناها من المقابلات فكانت توحي إلينا بأن هؤلاء كانوا أفراداً هادئي البال ، ناضجين ، سليمي البنية . أما تقديراتهم في جميع أنواع الاختبارات التي أجريت فقد وضعتهم في الثلث الأول من المقياس ، بينما كانت التقديرات الخاصة بالاختبارات الحقيقية وقدرة التكيف والوازع بصفة خاصة مرتفعة جداً . ولم يكن هناك دليل واضح على وجود حب التنازع بدرجة تكفي للتأثير على الأداء . كما ندر ظهور القلق الصريح . أما قوة الدفاع فكانت ذات فاعلية ، أقرب إلى أن تكون إكراهية وإزعاجية ، ولو أنها لم تبلغ حد المبالغة . وكان معظمهم من الأفراد الصريحين الذين يحبون عملهم ، ولا يصرفون وقتاً طويلاً في الاستبطان .

وقد أظهر معظمهم قدرة على الإشارة إلى غيرهم بالرغم من أنهم لم يظهروا

حاجة شديدة إلى الاعتماد على الغير . أما الأنشطة الشخصية فقد تميزت بمعرفة الوسائل اللازمة لمعاملة مختلف أنواع الناس . كما أنهم لا يتورطون إلى حد كبير مع الآخرين ، بالرغم من الحرارة والاستقرار في علاقاتهم مع ذويهم .

ولما كان من المحتمل أن يعزى الاهتمام الزائد بالطائرات ذات الأداء العالى إلى الشعور بالنقص فى المجال الجنسى أو غير ذلك ، فقد أكدنا بصفة خاصة على ضرورة استعراض فترة المراهقة لكل من المتقدمين . ولكننا لم نتمكن من كشف كثير من المعلومات التى تبرر اتخاذ قرار ينص على أن للمشاكل اللاشعورية التى من هذا النوع كانت إما أكثر أو أقل منها فى المجموعات المهنية الأخرى .

ويبدو أن نسبة كبيرة من هولاء الرجال قد مروا بمرحلة المراهقة بهدوء . كما أن كلاً منهم كان ممتازاً فى النواحى المدرسية والاجتماعية . وكان كثيرون منهم رؤساء لفصولهم ، أو أظهروا قدرة من نوع آخر على القيادة .

كما أن معظمهم دخلوا الخدمة العسكرية أثناء الحرب العالمية الثانية وأظهر بعضهم اهتماماً زائداً بالطيران فى سن مبكرة . ولو أن معظمهم كانوا يتخذون نحو الطائرات نفس الموقف الذى يتخذه غيرهم من الفتية الأمريكيين . وقد تطوع كثير منهم للتدريب على الطيران ، إما لأنه يهيىء لهم فرصة للعمل ، أو لأنه بدا لهم عملاً لطيفاً .

ووصف المرشحون شعورهم نحو الطيران بعبارات مختلفة مثل : « شىء خارج عن المعتاد » و « تحد » و « فرصة للوصول إلى مافوق الهبوب » و « إحساس بالحرية » ، و « فرصة لتحمل المسئولية » . وقد كان قليل منهم ينظرون إلى الطيران على أنه وسيلة لإثبات وجودهم أو لتكوين الثقة فى نفوسهم . وكان نفر آخر يعتبر الطيران « طريقة يبين بها الرجال الصالحون ما فى وسعهم أن يفعلوه » .

ومع أن نصف المتقدمين تطوعوا للتمرين كطيارى اختبار ، فقد كان اختيار الاخرين على أساس ما أنجزوه فى أعمال أخرى . وكان

معظمهم ينظرون إلى الطيران الاختبارى على أنه فرصة للمساهمة فى تطوير صناعة الطائرات، تمكنهم من الجمع بين خبراتهم فى قيادة الطائرات وهندستها. فهنتهم الطيران ، ولكنهم يرغبون فوق ذلك أن يكونوا فى طليعة التقدم. وهم يقرون بوجود الخطر ، ولكنهم لا يؤكدونه ، بل يشعر معظمهم بأنهم لن يصابوا بأى أذى . إلا أن هذا يبدو نتيجة اعتقاد منهم فى إمكان تجنب وقوع الحوادث بالمعرفة والاحتياط أكثر منه أملاً خيالياً ، فهم يعتقدون أن التخطيط والتحفظ يقللان احتمال الخطأ إلى حد كبير . على أن قليلين منهم هم الذين تلاءموا مع الفكرة العامة لطيار الاختبار الجرىء .

وقد بذلت محاولات لتكوين صورة عن الحوافز للالتحاق بهذه المهنة ، إلا أننا لم نستطع أن نصل إلى نتيجة عامة . فالدوافع متباينة إلى حد بعيد . ففى حين أنه قد وضح أن الأسباب الظاهرة قد لا تتعلق بالأسباب الباطنة فإن اختلاف الاتجاهات الشعورية توضح استحالة الوصول إلى تفسير وحيد لعمل يعنى أشياء مختلفة فى نظر الأشخاص المختلفين . فقد ذكر واحد منهم، على سبيل المثال، أنه ينعم باختبار الطيران لأنه يقدم له فرصة للقيام بأعمال جديدة ومختلفة . كما أنه ينعم بقيادة أحدث الطائرات — مركبات لن يراها الطيارون قبل عدة سنوات . وينظر شخص آخر ، وهو مهندس ملاحة جوية كان فى الأصل يهوى تصميم الطائرات ، إلى اختبار الطيران كما ينظر الباحث إلى تجربة معملية .

وتبين الأسباب التى دعت إلى التطوع فى برنامج ميركورى خليطاً من الاحترافية وحب المجازفة . وقد أظهر جميع المتقدمين تلهفاً على الالتزام بمهنة ذات أهمية بالغة. فهم ينظرون إلى الطيران الفضائى على أنه ، من ناحية، الخطوة المنطقية التالية للطيران الجوى ، كما أنه من ناحية أخرى يمثل تحدياً . وقد عبر أحدهم عن شعور المجموعة بقوله « لا توجد حدود جديدة كثيرة ،

وهذه فرصة للوصول إلى أحدها » . وتضمنت بعض التعبيرات الأخرى : « بعدٌ جديدٌ للطيران »، و « مرحلة جديدة من مراحل طيران المركبات المحملة بالبشر »، و « فرصة لوضع أسنانك فى شىء أوسع » ، و « العصر التالى لعصر الطيران » ، و « مساهمة فى المعرفة البشرية » ، و « برنامج المستقبل » ، و « مجال لطيف ومثير » ، « فرصة للوصول إلى الطابق الأرضى لأعظم شىء صنعه الإنسان » .

وفى نفس الوقت كان معظم المتقدمين عمليين يدركون أن هذا البرنامج يفيد أعمالهم . وكان البعض ينظرون إليه على أنه فرصة لضمان مهنة لطيفة . كما كان معظمهم يدركون الاتجاه العام للابتعاد عن طائرات الركاب التقليدية ، وينظرون إلى برنامج ميركورى على أنه وسيلة للوصول إلى قلب التطورات المستقبلة . فقد قال أحدهم : « نحن آخر دفعة فى سلاح الفرسان ، ولن يكون لدينا مزيد من الطائرات المقاتلة . هذه هى الخطوة الكبرى التالية فى عالم الطيران وأود أن أكون جزءاً منها » . كما أن معظمهم يدركون ما وراء هذا من شهرة شخصية ، ويشعرون بطرب لهذا الأمر « ولو أنه ليس سبباً مهماً من أسباب التطوع » .

ومع أن كل المتقدمين يتوقون إلى الطيران ، إلا أنه لم يكن همهم الوحيد . فمعظمهم يرغب فى أن يساهم فى تطوير صناعة السفينة ، وأن تتاح لهم الفرصة لرفع مستوى تدريبهم التكنولوجى . كما أن بعضهم ينظر إلى الطيران المدارى على أنه فرصة لاختبار جهاز ساعد هو فى صنعه . على أنهم يقدرون أخطار المجازفة ولكنهم يقبلون عليها . ويصر أغلبهم على ألا يذهبوا إلا إذا رجحت كفة سلامة عودتهم ، فلن يذهب أحد ليموت ، تجذبهم إلى هذا النوع من الطيران نواحيه البناءة أكثر مما تجذبهم نواحيه الهدامة .

وتشير الاختبارات السيكولوجية التى أجريت على الرجال الواحد والثلاثين

إلى مستوى عال فى الأداء الفكرى . فقد كان متوسط المجموع الكلى للدرجات للرجال السبعة الذين وقع عليهم الاختيار النهائى ، يتراوح بين ١٣٠ و١٤١، أو ١٣٥ فى المتوسط العام. وكانت الصورة متزنة من حيث تساوى مجموع الدرجات فى الاختبارات الشفوية والأدائية .

وقد أوصت القياسات العرضية بنفس القدرة على التكيف التى بدت فى المقابلات ، فقد كانت التجاوبات للرورشاخ مثلاً حسنة التنظيم .على أنها لم توح، رغم عدم ثباتها ، بكثير من الخيال أو الخلاقية . وقد كان الاتجاه نحو التعبير عن الاستفزاز العدوانى بالفعل لا بالخيال .

وقد دل السلوك أثناء اختبارات العزل ومقلد السلوك المعقد — التى يمكن اعتبارها على الترتيب دخلاً من العبء الخفيف ودخلاً من العبء الثقيل — على قدرة عالية على التكيف ، إذ لم يطلب واحد من المتقدمين إنهاء العزل قبل أوانه ، ولم ينظر واحد منهم إليه على أنه تجربة صعبة . ولم يبلغ عن أى تغير فى الإحساس، وهذا ما كنا نتوقعه فى استعراض قصير مثل هذا . وقد قام خمسة عشر شخصاً ببرمجة تفكيرهم أثناء العزل ، كما اعتبرت المحاولات التى بذلها خمسة منهم لتنظيم أفكارهم دليلاً على حاجة قوية إلى الترتيب . وقد فكر ستة عشر منهم تفكيراً عشوائياً ، واسترخوا ونعموا بالتجربة ، كما أن غالبيتهم ناموا جزءاً من الوقت على الأقل .

فلما تعرضوا للظروف المضادة — التى تتطلب عملاً زائداً بدلاً من عمل ضئيل — كان فى وسعهم أن يتجنبوا السقوط المصحوب باليأس خلف الآلة . ولم يقلق منهم سوى القليل بسبب استحالة التجاوب الفورى . وقد اكتفى أغلبهم بالأداء على أحسن صورة ممكنة مع ارتفاع تدريجى فى المقاومة الجلدية بالرغم من العمل بسرعة جنونية .

وقد ظهر ترابط موجب بين الانفعالات الناتجة من السيكولوجية والتقديرات النفسية . فإن الأشخاص الذين حصلوا على أعلى التقديرات فى العوامل السيكولوجية كانوا هم الذين قاموا بأفضل أداء فى اختبارات العجلة ، والصوت والذبذبات ، والحرارة، وغرفة الضغط . وقد كانت تقديراتهم فى تحمل الإجهاد من بين أعلى التقديرات التى نالها مئات ممن تعرضوا لهذه العمليات من قبل . ولا يدل قبولهم لهذه المتاعب والمضايقات التى تفرضها هذه المرحلة من البرنامج — دون قيام أية شكوى — على قوة دافعهم فحسب ، ولكنه يدل فوق ذلك على نضوجهم العام وقدرتهم على تحمل الإرهاق .

وخلاصة القول ، أقترح أن أفضل طريقة معقولة لاختيار الأشخاص لعمل شيء لم يفعله أحد من قبل هى اختيار الرجال الذين نجحوا فى المهمات الملحة فى الماضى . فإذا رغبنا فى الإقلال من احتمال الخطأ فلابد لنا من مشاهدة عينة واسعة من السلوك ، مع بذل كل مجهود لضمان ملاءمة هذه المشاهدات قدر الإمكان لما نتوقعه من متطلبات المهمة .

وإنا لنرجو أن يؤدى قصر الاختيار على الأشخاص الذين أظهروا قدرة على التكيف على كل الظروف التى يتعرضون لها ، نرجو أن يؤدى إلى التوفيق فى العثور على الرجال الذين يتمتعون بأفضل المؤهلات للطيران الفضائى . على أن ثقتنا ستزداد قوة بفضل اتجاه الرجال الذين وقع عليهم الاختيار . فقد عبرت غالبيتهم عندما سئلوا عن السبب الذى دعاهم إلى التطوع ، بقولهم : « لقد تعلمنا فى السنوات الخمسين التى أعقبت طيران الأخوين رايت ، الطيران بسرعة تفوق سرعة الصوت ، وعلى ارتفاع يزيد على ٥٠٫٠٠٠ قدم . كما تعلمنا فى السنوات الخمس التالية كيف نضاعف ذلك . وها نحن على استعداد فى الوقت الحاضر للارتفاع إلى ١٠٠ ميل . فكيف يسمح أى واحد لنفسه أن يرفض فرصة يكون فيها جزءاً من شيء من هذا النوع ؟ » .

ملحق رقم ٢

نبذة من "الحياة الخارجية طرق عملية للبحث عن الحياة خارج الأرض"

(من مذكرة الدكتور جوشوا ليدزبرج بقسم التناسليات بالمركز الطبي بجامعة ستانفورد بمدينة بالوألتو بولاية كاليفورنيا ، وهو عضو باللجنة رقم ١١ الخاصة بالأبحاث السيكولوجية والبيولوجية التابعة لمجلس أبحاث الفضاء ، قرأها فى ١٣ يناير ١٩٦٠ فى الندوة الدولية الأولى لعلوم الفضاء التى عقدت بمدينة نيس بفرنسا تحت إشراف لجنة أبحاث الفضاء التابعة للمجلس الدولى للاتحادات العلمية ، وأعيد طبعها مع الأعمال التى نشرتها شركة نورث هولاند للنشر بأمستردام فى عام ١٩٦٠ . كما أن المذكرة ظهرت أيضاً فى كتاب العلوم والفضاء الذى جمعه وأعده لويد بيركنر وهيو أديشو فى عام ١٩٦١ ، وقام بنشره ماك جروهيل ، وكان طبعها بتصريح خاص.)

الأهداف الكوكبية

حظيت صلاحية الكواكب القريبة لقيام الحياة فيها باهتمام كبير . على أن المريخ بطبيعة الحال هو أصلح هذه الكواكب بسبب التشابه الكبير بين بيئته وبيئة الأرض . إلا أن ما قيل عنه من ندرة الرطوبة الحرة والأكسجين لمن الأسباب التى تحد من وجود الإنسان ومعظم الحيوانات الأرضية على سطح المريخ . على أن هناك قليلاً من الشك فى إمكان انتعاش كثير من الكائنات الحية الأرضية البسيطة هناك . وقد قرر بعض الدارسين فى الواقع أن فى المريخ صورة خاصة به من صور الحياة . وربما كان أهم دليل على ذلك هو الطيف الانعكاسى تحت الأحمر الذى سجله سينتون ، والذى يشير إلى تجمع المواد الإيدروكربونية فى المناطق المظلمة . يؤيد ذلك تقرير دلفوس (أنظر هذه الندوة) عن التغيرات الموسمية فى حبيبية هذه المناطق . على أن أهم تحفظ لابد

من تسجليه هو أنه من الجائز أن تكون هذه التغيرات ظاهرة متيورولوجية تؤثر على كميات كبيرة من المواد التي قد تكون كربونية ، ولو أنها ليست من الضروري أن تكون حية . ومعظم ما تأويه الأرض من هذه المواد مصحوب بالحياة ، إلا أن هذا قد يكون مرتبطاً باستغلال الكائنات الحية الشرهة لهذه المركبات أكثر من إنتاجها عن طريق التركيب الحيوى . ومع ذلك فإن أقرب تفسير للبيانات الفلكية إلى القبول هو أن المريخ كوكب حى"(١) .

على أن قابلية كوكب الزهرة للسكنى أمر يتوقف على درجة حرارته، وهى موضوع لايزال عرضة للجدل الطويل . وربما كانت أفضل وسيلة لدراسة الحياة على هذا الكوكب هى البدء بإجراء قياسات للتوزيع الرأسى لدرجة الحرارة . فلو أن درجة الحرارة عند السطح كانت مرتفعة إلى حد لا يطاق ، فإن هذا لايمنع من وجود منطقة أكثر اعتدالاً فى بعض الطبقات الأخرى .

كما أن تعرض سطح القمر للإشعاع الشمسى، وعدم احتفاظه بجو محسوس ، كانا من العوامل التى استبعد من أجلها احتمال وجود الحياة عليه . إلا أن تركيب طبقات القمر السفلى ، حتى على بضعة أمتار تحت السطح، أمر ولاشك يستحق الدراسة (أنظر أورى ، فى نفس الندوة) وخاصة على ضوء التقارير الأخيرة التى تقدم بها كوزيريف عن التفجرات الغازية . وقد يكون من اللازم أن نؤجل وضع الخطط الواقعية للدراسة البيولوجية للقمر إلى مابعد ظهور نتائج التحليلات الكيميائية .

على أن القمر ، بصرف النظر عن بعض احتمال وجود الحياة عليه ، عبارة عن شرك تسقط عليه الشهب بفعل الجاذبية . وقد نتمكن من حين إلى آخر

كثيراً مايستخدم لفظ « خضرة » — ومن الواجب ألا نشجع هذا الاتجاه إذا كان يتضمن أن صور الحياة على المريخ تدخل بحكم الضرورة ضمن التقسيم النباتى الذى نعرفه على الأرض

من فرز كميات كبيرة من هذه المواد البكر لدراستها من ناحية ما أسماه هالدين «الحياة النجمية الدنيئة» ـ الاختبار الوصفى لنظرية انتشار الميكروبات. وقد تتعرض الرواسب المكشوفة للتهلكة نتيجة للإشعاع الشمسى ، إلا أنه لابد من وجود ملاجىء مظللة . وقد يكون كوكب عطارد شبيهاً بالقمر فيما عدا أن جانبه المظلم يستطيع أن يهيىء ملجأ من هذا النوع ، أكثر وثوقية بالرغم من زيادة بعده .

وقد يجدر بنا من الناحية العلمية أن نقوم بدراسة موضوع كشف الكواكب الكبرى على ضوء بعدها وصعوبة الإبطاء فى مجال كوكب المشترى . إلا أن ثرواته من العناصر الخفيفة ، التى تتعرض للتشعيع الشمسى فى درجات من الحرارة ومجالات من الجاذبية تختلف عما ألفناه منها على كوكبنا الأرض ، قد تهيىء احتمالات مثيرة لعمليات كيميائية حيوية .

محاولات تجريبية

تقيم معالجتنا لهذا الموضوع بالتواضع الجم من حيث المدى الحقيقى لإمكانياتنا . على أن عمليات الهبوط المفيدة على أهداف كوكبية عمليات محفوفة بالصعاب والمخاطر ، فنحن لانستطيع إغفال ما أتيح لنا من فرص لإجراء التجارب من بعد أثناء حماسنا لتخطيط مهمات تقتضى مزيداً من الإقدام والشجاعة . وقد تمدنا المحطات الفضائية الضخمة التى تحمل التلسكوبات الكبرى بوسائل للكيمياء الفلكية يمكن مقارنتها ، من حيث الإنتاج ، بالسابرات التى تمر بالقرب من تلك الأهداف .

وإنه لمما يتسم بالصبغة التعليمية أن نتساءل عن طريقة تشخيص وجود الحياة على الأرض نتيجة لأرصاد أخذت على بعد منها . فإذا سمحنا لأنفسنا بالحكم من الصور الفوتوغرافية ، التى حصلنا عليها حتى الآن من الصواريخ

السابحة على ارتفاع كبير ، فإن مانرجوه لن يتعدى بعض الصور ذات الأبعاد الكبيرة لثقافة منظمة ، من مدن وطرق وصواريخ . على أن هذا التحفظ قد لايعطى القيمة الصحيحة لإمكانيات التصوير ذى التحليل العالى ، والمقاييس الطيفية الحساسة تحت الحمراء ، والنتائج المعقولة التى نستنتجها من التغيرات الموسمية فى لون الأرض وتركيبها . إلا أننا قد نستنتج ، أن الدراسات التى تجرى من بُعْد ذات قيمة كبرى للمعلومات الكيميائية التمهيدية ، ولو أنها قد لاتكون حاسمة فى مجال البحث عن الحياة الخارجية . وحتى إذا استطعنا أن نحكم بمزيد من التأكيد على وجود كائنات حية فى الدورة المريخية ، بدلاً من تحولات كيميائية لا تنبض بالحياة ، فسنظل قاصرين فى إدراك التفاصيل الكيميائية الحيوية الوثيقة التى تعد الهدف الأساسى من البحث فى الحياة خارج الأرض . ومن جهة أخرى فنى وسع كوكب ما أن يأوى مملكة واسعة من الكائنات الحية تتحدى الكشف عنها من بعد ، شأنه فى ذلك شأن الصحارى الشاسعة والمياه العميقة .

وتعد الكائنات الدقيقة لعدة أسباب أنسب الصور التى يجب أن نركز عليها إمكانياتنا الهامشية . إذ أنها أقدر من الكائنات الأكبر منها على أن تنتعش فى بيئة محدودة الإمكانيات ، كما أنه لابد للكائنات الدقيقة من أن تسبق الكائنات المرئية فى التتابع التطورى ، ولو أنه ليس مما لابد منه أن نفترض أنه من الضرورى أن البكتيريا الموجودة حالياً كائنات بدائية جداً . وها هى الأرض تحمل عليها كلا النوعين من الكائنات ، وفى إمكاننا أن نتصور عالماً آخر لايحمل سوى الكائنات الدقيقة (الميكروبات) ، إلا أننا لانستطيع أن نتصور عالماً يخلو من الميكروبات إذا كان يحمل أية صورة من من الحياة . وبالمثل إذا أخذنا الأرض برمتها فإننا نجد أن الكائنات الكبيرة لاتشغل من مسطحها إلا جزءاً يسيراً . إلا أننا قد نجد دليلاً معقولاً على وجود

الحياة المجهرية فى أية قطرة من الماء أو قبضة من التراب أو لفحة من الريح . فإذا أعطيت عينة محدودة لدراستها ، فمن المؤكد أن التحليل الميكروبيولوجى سيؤدى إلى تشخيص يعول عليه لوجود الحياة فى أى مكان على الكوكب . وبنفس المنطق يمكن أن نرى أن أكبر تنوع للوسائل الكيميائية الحيوية ستتمثل بين مملكة الكائنات الدقيقة الموجودة فى عينة صغيرة .

كما أن السابرات الميكروبيولوجية تقدم لنا مزايا فريدة لجمع وتحليل المادة الحية . ولنبدأ من ذرة مفردة ، وسنجد أنه من السهل تزريع الميكروبات داخل نطاق الجهاز التجريبى ، فتظل بذلك متاحة لإجراء التجارب الفسيولوجية والكيميائية التى قد تكون على أكبر درجة من الصعوبة فى إجرائها على الكائنات الكبيرة . (قارن على سبيل المثال بين الآلات الأوتوماتيكية اللازمة لاقتناص الفأر والفيل ، ثم تعيين متطلباتهما الغذائية) . ويبدو أن أن طرق كيمياء الخلية على النحو الذى تطورت إليه فى التحليل الكيميائى للخلايا المجهرية والكائنات هى أنسب الوسائل للتألية والتسجيل من بعد ، الأمر الذى يعتبر ميزة هامة تحت الضغط الحالى للوقت والموهبة والإنفاق . على أنه لا يمكن الحسم فى الخلافات فى الخطة قبل الحصول على معلومات حقيقية عن مدى النمو عند الكائنات الدقيقة التى يمكن أن تتبادل فيما بين الكواكب . ومن ثم كانت السوابق العلمية فى العلوم الأرضية الخاصة بالحياة خارج الأرض على أعظم قدر من الوضوح فى الكيمياء الحيوية الميكروبية . على أن الأهداف التصورية على صلة وثيقة بالوراثيات الكيميائية الحيوية . وغنى عن القول إنه لا يمكن إغفال أى مورد أو موضوع آخر من علوم الحياة عند النظر فى وضع برنامج تجريبى .

وإلى جانب التصميمات التجريبية ، فإنه من الممكن تنظيم خطوات البحث عن الحياة خارج الأرض بالتقدم فى القدرات النقلية والتوجيهية ووسائل إرسال البيانات . فإذا كنا نتوقع أن تبقى هذه فى حالة توازن معقول

من حيث الاتصالات التليفزيونية ، ذات الوقت الثابت أو الحقيقى ، مع السابر الكوكبى ـ فقد يكون الميكروسكوب أكثر الآلات الحسية كفاءة . فإن وفرة الصور لاتضيع هباء : فهل نضع كل ثقتنا فى دفعة واحدة من صندوق أسود غاية فى الكفاءة لتجيب لنا على كل أسئلتنا الكونية ؟

وتمشياً مع هذا الوعى التجريبى ، فلابد للسلسلة النهائية للاجتلاء الجهرى من تدعيمها بثلاثة أنواع من التطورات :

١ — لجمع العينات ونقلها إلى فتحة الميكروسكوب .

٢ — لتحضير العينات للدراسات الكيميائية الخلوية .

٣ — لوقاية الجهاز ضد مخاطر البيئة ، ووضعه فى المكان المناسب بعد الهبوط ، كوسيلة للإضاءة والتبئير ، وربما للاختيار المبدئى للصورة . على أن الدراسات التفصيلية لهذه المشاكل مازالت فى مستهلها ، وما الاقتراحات التالية إلا على سبيل الاختبار :

قد تكون أسهل العينات فى الحصول عليها هى الغبار الجوى وعينات من التربة السطحية يحصل عليها الجهاز بمجرد هبوطه ، على أن تجمع هذه العينات على شريط متحرك من النوع الشفاف يخرج من الجهاز لالتقاط العينات ثم يعود لينطوى من جديد داخل الجهاز . أما العينات الكبيرة التى يجمعها مثقاب التربة فمن الإمكان تعريضها لتركيز مبدئى للمركبات اللامعدنية بتعويمها فى سائل كثيف . ويعمل استخدام هذا الشريط على تبسيط مشكلة معالجة العينات بسلسلة من الكشافات ، مثل إنزيمات معينة أو أصباغ فلورية تسمح بالكشف عن أحماض النيوكليك والبروتينات . كما أن استخدام المجهر بالاستعانة بالضوء فوق البنفسجى ، وخاصة عند ٢٦٠٠ر٢٨٠٠ أنجستروم ، يعد أقرب الطرق فى التمييز بين الكائنات الحية الدقيقة والجسيمات المعدنية ، وذلك لما يمتاز به من قدرة على اختيار أحماض النيوكليك والبروتينات .

ويمكن القول بصفة عامة إنه فى الإمكان تهيئة الميكروسكوب للقيام بعدة عمليات تحليلية بسيطة يشكل تركيبها على نطاق واسع منشأ كل عويصة للوسائل الآلية .

على أنه فى الإمكان تهيئة الجهاز المجهرى لجولة صافية بطريقة أكثر واقعية عندما يتم بناء واختبار النماذج الأولى للمعمل . فسيكون علينا مثلاً أن نختار بين التبئير الدقيق مقدماً لميكروسكوب ثبتت عدساته وفتحته على بناء مماثل ، وبين ضابط مستمر للبؤرة يعمل بوساطة جهاز ضوئى (ابتكار لن يكون عديم الجدوى فى المعمل البيولوجى) . وقد تساعد الأصباغ الفلورية على تسهيل التمييز الآلى للاحتفاظ بالقوة اللاسلكية . أما الشريط المتحرك فيمكن إيقافه وتشغيل جهاز الإرسال كلما وقع جسم مصبوغ فى مجال الرؤية .

وفى وسع هذه التجارب الأولية أن تبين بعض الملامح العامة للكائنات الحية الدقيقة الكوكبية . وستؤيد البيانات ، التى تقدمها هذه التجارب ، الدراسات الأوسع نطاقاً فى خواص النمو ، والتركيب الكيميائى ، والقدرات الإنزيمية للكائنات المزروعة على نطاق أوسع . على أنه يمكن أن يؤخذ فى الاعتبار التفاعل بين هذه الكائنات والمزارع النسيجية للخلايا الحيوانية . وسيصبح فى مقدورنا أن نستنتج من أرصاد هذه السابرات الأولية طريقة للتنبؤ بالنتائج البعيدة المدى للتداخل بين الكائنات الحية الكوكبية .

المحافظة على الموارد الطبيعية

وقد كان من نتائج الاتصال بين الكواكب امتداد الحياة الأرضية إلى بيئات جديدة . وها هو التاريخ يوضح لنا كيف أدى استغلال الموارد الجديدة إلى زيادة خبرة الإنسان . فكثيراً ما رأينا تلفاً عظيماً ، وبؤساً نحن فى غنى عنه ، ينجمان عن انتشار طائش لمرض من الأمراض وغير ذلك من

الاضطرابات البيئية . وللجنس البشرى فرصة حيوية فى الامتداد المنظم المقنع للأفق الكونى الذى يعد مقياساً دقيقاً لنضوج وعينا القومى واهتمامه بالأجيال القادمة ، وبالطريقة التى نتجاوب بها مع التحديات المجيرة والجريئة للطيران الفضائى .

على أن إدخال الحياة الميكروبية فى كوكب كان من قبل قاحلاً ، أى فى كوكب تشغله صورة من الحياة أقل تأقلماً ، قد يؤدى إلى النمو التفجيرى للحياة القائمة فيه وما يتبع ذلك من نتائج تدخل فى نطاق الكيمياء الجيولوجية . وتستطيع البكتيريا العادية التى يبلغ جيلها ٣٠ دقيقة ، بالاستعانة بالرياح والتيارات ، أن تحتل بيئة مغذية فى حجم الأرض فى خلال بضعة أيام أو أسابيع ، ولا يحد من انتشارها سوى نفاد مايتاح لها من الأغذية . ولذلك كان لزاماً علينا أن نمنع حدوث أى تلوث من التلوثات الأرضية من أن يدخل إلى سفننا الفضائية . ولابد من أن يظل هذا القيد قائماً إلى أن نحصل على معلومات حقيقية نستطيع منها أن نقيم بيقين أضرار حركة المرور الحرة ، وتعيين ما إذا كانت هذه الأضرار من الصغر بحيث يصبح فى الإمكان التهاون فى تلك القيود .

أما فى الوقت الحاضر فإن أوضح القيم التى يهددها التلوث هى القيم العلمية . فإذا مانمت البكتيريا الأرضية نمواً تفجيرياً على كوكب المريخ ، أدى ذلك إلى تدمير الجائزة التى لاتقدر بثمن ، والتى سنحصل عليها نتيجة لإدراك طبيعة حياتنا نحن بالذات . وحتى إذا لم تتسبب بعثة مفرطة فى تلويث كوكب ما ، فإن التهديد بقيامها بهذا العمل سوف يؤدى إلى الارتباك فى الدراسات المستقبلة إذا وجدت بعدئذ كائنات حية من النوع الموجود على الأرض . إلا أن هناك قيماً أخرى فى الاعتبار . فبغض النظر عن المشكلات العلمية البحتة ، أفلن تتسبب فى تطفل طائش على صور الحياة الأخرى ؟ وسيكون

من الحماقة أن نتنبأ عن الطرق التى تقوم بها سطوح الكواكب غير المضطربة ، وكائناتها القائمة فيها ، ومواردها الجزيئية ، بخدمة احتياجات الإنسان . فإذا كان لدينا من الأسباب ما يبرر تحاملنا على هذه القيم فنحن لا نرغب قطعاً أن نفعل هذا عن طريق الإهمال .

وتقتضى فعالية هذا العمل تقديراً لطيفاً للوجود الكلى والقدرة على التحمل اللذين تتمتع بهما أنواع البكتيريا التى تستطيع العيش فى الفراغ الشديد ودرجات الحرارة المنخفضة ، ولا تموت بسرعة إلا فى درجات من الحرارة تزيد على ١٦٠ درجة مئوية . على أنه من الممكن أن تعقم سفن الفضاء عن طريق الاستخدام الواعى للمطهرات الغازية ، وبالأخص أكسيد الإثيلين ؛ إلا أن هذه العملية لن تنجح إلا إذا أجريت بدقة فائقة مصحوبة باختبارات محكومة لإدراك مدى فعاليتها . فإذا وجد أن المركبات المحكمة القفل يمكن أن تكون مصدراً للتلوث ، فالواجب يقضى بتعقيمها عادة كيماوية قبل إحكام قفلها ، أو بالحرارة بعد إحكام قفلها ، أو بالتشميع بجرعات بالغة القوة . ولدينا قدر عظيم من الخبرة فى تكنولوجيا التعقيم ، ومن الواجب أن ننتدب الخبراء فى وسائل التعقيم للإشراف على هذه العملية .

ويتضمن تقييم هذه المشكلة مجازفة لم نشعر بتحقيقها فى جميع الأوقات . فإن مخاطر الطيران الفضائى بالذات ، أو الصدمة القوية ، أو البيئة الكوكبية ، قد تكفى لإخماد أية تلوثات . ولكن هل فى وسعنا أن نعتمد على أية فروض مشكوك فيها إذا كنا نعلم بخطورة المجازفة ، وكان لدينا من الوسائل العملية ما يكفل الوقاية التحفظية ؟ ولا بد لنا من أن تكون سريعى التأثر بصفة خاصة بالتغيرات الشديدة فى بيئات سفينة الفضاء أو سطوح الكواكب التى قد تهيئ مأوى للإبقاء على حياة الميكروبات بغض النظر عن ماهية الظروف المتوسطة .

وتعتبر تصريحات المسئولين فى كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتى ، من عزمهم على اتخاذ الاحتياطات الكافية فى جميع الرحلات الحقيقية ، خطوة هامة بناءة فى مجال البحث عن الحياة خارج الأرض .

وسوف يدعو العلماء فى كل مكان إلى اتخاذ هذه الاجراءات بنفس العناية والحماس اللذين روعيا فى نواحى البحوث الفضائية الأكثر إيجابية وإثارة وإجازة . ويعتمد علم الميكروبيولوجيا (علم الأحياء الدقيقة) فى العمل اعتماداً كلياً على الدقة فى استخدام الوسائل الخاصة للزرع الخالص النقى الخالى من الجراثيم . فإذا لم نتبع نفس الدقة فى علم الفضاء فإنه يجدر بنا أن نسكى أنفسنا متاعب التفكير والإعداد لبحوث الكشف عن الحياة خارج الأرض .

وتتشكون الرحلات إلى الكواكب فى بادئ الأمر رحلات فى اتجاه واحد ، إلا أنه لابد لنا من أن نترقب القدرة على تنفيذ رحلات الذهاب والعودة ، وحتى رحلات يشترك فيها الإنسان . ومما لا شك فيه أن تحليل العينات الكوكبية يمكن أن يجرى لأى غرض على بسهولة أكبر ودقة أوفر فى المعامل الأرضية مما لو أجريت بالوسائل البعيدة ، إذ أنه من الممكن استخدام جهاز خاص فى كل خطوة من خطوات التحليل (أو قد تقتضى الحاجة تصميم جهاز جديد) ، كما أنه من الممكن الاستمرار فى الأخذ والعطاء بين حكم الإنسان والبيانات التى تقدمها الأجهزة . إلا أن العودة بهذه العينات إلى الأرض يعرضنا حتما لخاطر التلوث بالكائنات الحية الغريبة عنا . ولما كنا حتى الآن فى شك من وجود كائنات على كوكب المريخ ، مع جهلنا التام بخصائصها إن وجدت ، فإنه فى منتهى الصعوبة أن نقيم مدى المجازفة إذا حدثت ؛ على أن أعظم المخاطر ستكمن فى إدخال مرض جديد قد يهدد صحة البشر . إلا أن ما تتركه فى مجال العدوى سيجعل من هذا احتمالاً مشكوكاً فيه إلى أقصى درجة ، فإنه لابد لمعظم الكائنات المسببة للأمراض من أن تقوم بعمليات معقدة من

عمليات الأقلمة قبل أن تتمكن من مقاومة وسائل الدفاع البشرية الفعالة ، أو مهاجمة خلايانا ، والانتقال من شخص إلى آخر . وإنه ليبدو من أبعد الاحتمالات أن تكون هناك كائنات حية دقيقة قد اكتسبت هذه القدرة بالرغم من افتقارها للخبرة فى ضيافة الإنسان أو غيره من الكائنات الشبيهة . إلا أنه من الجائز أن نثير جدلاً مضاداً فنقول إننا قد اكتسبنا وسائلنا الدفاعية ضد البكتيريا الأرضية . ومن الجائز ألا تكون لدينا نفس المناعة ضد كائنات تفتقر إلى البروتينات والكاربوايدرات التى تساعدنا على تمييزها بأنها غريبة عنا . وعلاوة على ذلك فها نحن قد عرفنا بضعة أمراض (مثل مرض البسيفلو ، والتسمم للمبارى والمرض الجلدى أسبرجيللى) التى نعتبر إصابة الإنسان بها حدثاً حيوياً . ولا يمكن الفصل بين هذه المحاولات إلا بعد الحصول على البيانات الصريحة . ومع ذلك فإذا كانت هذه الكائنات الحية من النوع الضار ، فيغلب كونها من الأعشاب على كونها من الطفيليات ، بحيث يتجه تأثيرها إلى الزراعة والمدوء العام السائد فى بيئتنا ، وأن تكون من عوامل الإزعاج الدخيلة على أن تكون من المهاجمات الحادة . إلا أنه حتى أبعد الاحتمالات لنقل مرض معد ، وأقرب الاحتمالات فى إيجاد عامل للإزعاج ، لابد له من أن يفرض خطراً صارماً على نقل عينات كوكبية قبل الوقت المناسب ، أو على سفن الفضاء التى قد تنقلها على سبيل التساهل . على أنه لابد ، للمرة الثانية ، من أن تقدم لنا تجاربنا الأولية أسس المعرفة التى تساعدنا على مواجهة الكائنات الخارجية ، واختيار ما قد يكون له فائدة اقتصادية . وقد نعمل فى نفس الوقت على ابتكار وسيلة جديدة للتعقيم تخفف من حدة هذه المشاكل — إذ أن أقصى ما نتوقعه فى الوقت الحاضر ، من احتمال معالجة عينات كوكبية على الأرض لمنع أى خطر محتمل ، هو احتمال هامشى إذا قورن بجسامة المجازفة .

ويثير الإنسان ، من بين الحولات الصافية التى قد تنقل فى الرحلات ما بين الكواكب ، أعظم اهتمام بين الجماهير . فقد يُدَعَّمُ فى الوقت المناسب بما يكفيه من الحولات الصافية لقيامه ببعض الأعمال المفيدة فى عمليات الكشف التى تعجز الآلات عن أدائها . إلا أنه مستودع تحتشد فيه التلوثات الميكروبية التى يعد إعدامها أصعب الأمور ، كما أنه مركبة حاملة للكائنات الحية المعدية . وعلى ضوء هذه الصعاب ، ومادام الطيران الفضائى البشرى يتوقف على إمكان عودة اللاجئين ، فلابد من الحصول على أساس سليم من المعرفة العلمية عن طريق التجارب الآلية قبل إجراء أى تصميم لهذه الرحلات .

ومن اللازم أن نبذل جهوداً موقوتة لوضع تصميمات لإجراء التجارب الآلية حتى نستطيع أن نجارى القدرات التكنولوجية لسفن الفضاء .

كلمة ختام وشكر

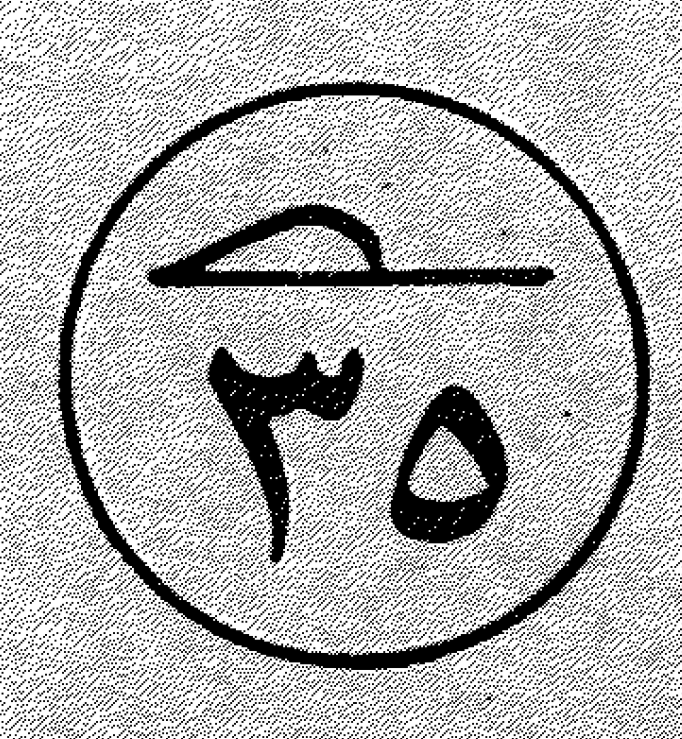
على أن كثيراً من الآراء التى أشير إليها ليست جديدة . إلا أنها لم تعالج فى النشرات العلمية إلا بين الحين والحين . فقد ذكرت مثلاً فى مقال بالغ الأهمية لهالدين (١٩٥٤) . كما وردت أيضاً فى كتب القصص العلمية ، فقد جاءت فى كتاب « الحرب بين العوالم » الذى كتبه ويلز ، وفى عدد كبير من الخيالات التى لايمكن نسبتها تماماً إلى العلم أو القصة . إلا أن هذا النوع من الاهتمام لم يساعد بحكم الضرورة على التقييم الحقيقى للنواحى البيولوجية لرحلات الفضاء التى مازالت تفتقر إلى التأييد من بعض زملائنا . ومع ذلك فلم يعد علم الحياة خارج الأرض أكثر خيالية من تحقيق السفر فى الفضاء ، كما أن علينا مسئولية خطيرة تتعلق بالكشف عما تتضمنه هذه الرحلات من صالح العلم ورفاهية الجنس البشرى ، مستفيدين فى ذلك بأفضل ما لدينا من إدراك ومعرفة علميين .

وتعكس المبادئ التى تتضمنها هذه النشرة رأى واحد من عدة مجموعات علمية يستشيرها مجلس علوم الفضاء التابع للأكاديمية القومية للعلوم بالولايات المتحدة. إلا أنها لا تمثل بالضرورة أية سياسة رسمية لوجهات نظر كل من هؤلاء المستشارين. إلا أنى كثيراً ما استرشدت بآراء « م. كالفين » ، و « ر. ديفيس »، و « ن. هوروفيتش » ، و« س. لوريا » ، و« ا. مار » ، و« د. مازيا » ، و« ا. نوفيك » ، و« سي. ساجان » ، و« ج. ستنت » ، و « ه. يورى »، و « ك. فان نيل » ، و« ه. ويفر » بسبب ما أظهره كل منهم من اهتمام بالموضوع.

القاهرة الحديثة للطباعة
ت ٩٣٤٣١٠



تليفون ٩٠٢١٠٧





طبع الغلاف بمطبعة دار العالم العربى
٢٣ شـارع الظاهر ــ ت : ٩٠٦٧٠٦